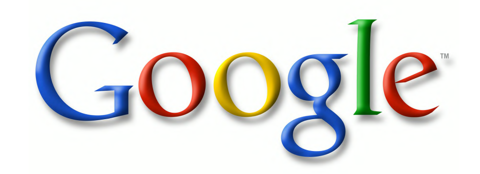


Luz y Color

Estudio compendiado de LA LUZ y LOS COLORES bajo el punto de vista físico, fisiológico, psicológico, : artístico y tintóreo :

POR EL

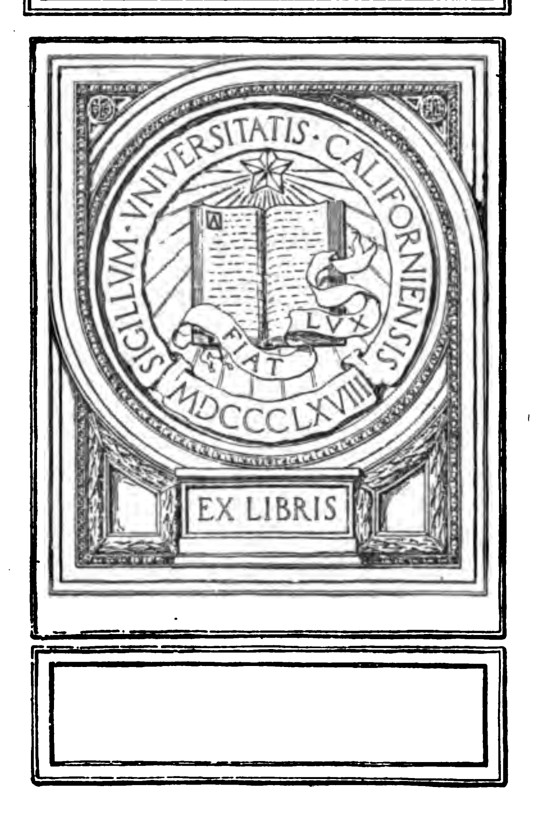
Dr. Vicente Miró Laporta

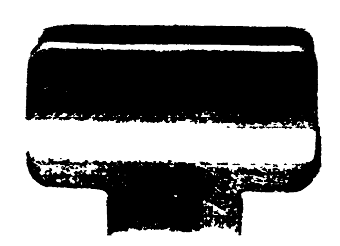
Profesor de Tintorería
y Química de Materias colorantes en la Escuela Industrial de Alcoy; Ex profesor de
Entrada por concurso (Ciencias físicas); Profesor de Ascenso, por oposición (Ciencias químicas); Ex interino de Tecnología textil, primer
curso (Materias textiles), de la misma Escuela; Perito
químico industrial; Doctor en Medicina, etc.

Ilustrada con 17 fotograbados, intercalados en el texto

PRECIO: 3 PESETAS

ALCOY
Imprenta «El Serpis»
Laporta 28
1918


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Luz y Color

Estudio compendiado de LA LUZ y LOS COLORES bajo el punto de vista físico, fisiológico, psicológico, : artístico y tintóreo :

POR EL

Dr. Vicente Miró Laporta

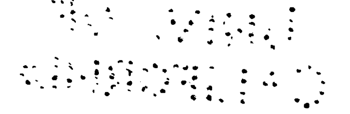
Profesor de Tintorería
y Química de Materias colorantes en la Escuela Industrial de Alcoy; Ex profesor de Entrada por concurso (Ciencias físicas); Profesor de Ascenso, por oposición (Ciencias químicas); Ex interino de Tecnología textil, primer curso (Materias textiles), de la misma Escuela; Perito químico industrial; Doctor en Medicina, etc.

Ilustrada con 17 fotograbados, intercalados en el texto

PRECIO: 3 PESETAS

ALCOY
Imprenta «El Serpis»
Laporta 28
1918

J. G. Gebrian.



Al lector:

Con el objeto de que puedan llegar, los conocimientos contenidos en este folleto, a otros lectores. que no sean los dedicados a la manufactura textil, pero que también les interese, como a estos, las cuestiones relativas a *la luz* y *el color,* por ejemplo: a los pintores, decoradores, escultores, tapiceros, etc., hemos hecho una edición aparte de la primera sección del tomo V «*Tintura y Estampado*», de la obra que tenemos en publicación, sobre «*Tintorería, Estampados, Aprestos y Química de Materias colorantes*».

La luz y el color, considerados bajo el punto de vista físico, están estudiados aquí muy brevemente; en primer término, porque estos conocimientos es fácil adquirirlos en cualquier tratado de Física, y en segundo, porque en la primera parte, de dicha obra completa de «Tintorería etc.», están ya incluídas las nociones físicas relativas a la luz y el color con la necesaria extensión, para que sirvan de antecedentes a los Tintoreros, Estampadores, Ingenieros industriales y alumnos de las Escuelas indusdustriales, a quienes va dirigida, principalmente, toda la obra.

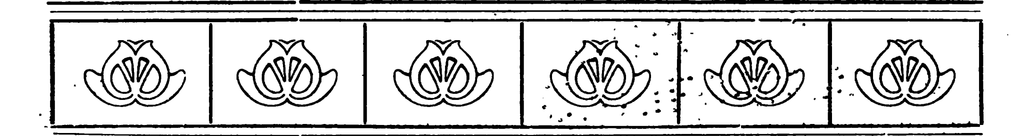
Los números que en el texto aparecen entre paréntesis, se refieren a párrafos de las diversas partes de la obra, ya editadas, y no hemos suprimido dichas indicaciones, por si a algún lector le interesara y quisiera consultarlas.

Si conseguimos, con la publicación de este folleto, estimular al estudio de estos asuntos, descuidados en nuestra España, aunque tan útiles son para todos los artistas que manejan el color, habremos alcanzado el fin que nos habíamos propuesto.

Vicente Miró Laporta

Alcoy, Enero de 1918.

LUZ Y COLOR



CAPÍTULO PRIMERO

Luz y color

1. **Prenociones anatomo-fisiológicas.** Para comprender los fenómenos relativos al *color* es necesario, en nuestro concepto, dedicar algún espacio a la exposición compendiada de los órganos principales que intervienen en el fenómeno de la visión y de la manera como esta función se realiza en el hombre, en cuanto sea útil su conocimiento para nuestro objeto, es decir, en lo que haga relación a las sensaciones acromáticas y cromáticas, bajo todos los aspectos en que puedan estudiarse.

La *sensación visual,* es una sensación que reconoce como causa determinante la excitación de una zona sensible del ojo para la luz, la *retina,* impresión luego transmitida por vía centrípeta, por intermedio del *nervio óptico,* hasta los centros *psico-ópticos,* que radican en especiales zonas de la corteza cerebral, en donde se origina la *sensación visual.*

2. **El órgano de la impresión visual.** El *globo ocular* (figura 1), es un órgano que es atravesado en sus medios transparentes *(córnea, humor acuoso, cristalino y humor vitreo)* por los rayos luminosos, impresionando estos, en su fondo, la capa sensible que lo tapiza, la *retina.* En su conjunto, el ojo humano, se asemeja a una cámara fotográfica, con sus lentes que refractan la luz (I-51), de las cuales la principal está constituída por el *cristalino,* lente biconvexa y convergente, lente viva, que posee medios de modificar su curvatura, acomodándose, dentro de ciertos límites, a las diversas distancias del objeto a la placa sensible (retina) para que en dicho plano se pinte la imagen de aquel objeto, más pequeña e invertida.

Un diafragma perfecto, *el iris*, regula la cantidad de rayos luminosos que deben pasar hasta el fondo del ojo, aumentando o disminuyendo, para llenar su objeto, su abertura central *(pupila)*. La parte o cámara posterior del ojo, que por delante limita el tabique incompleto iris, está interiormente tapizada,

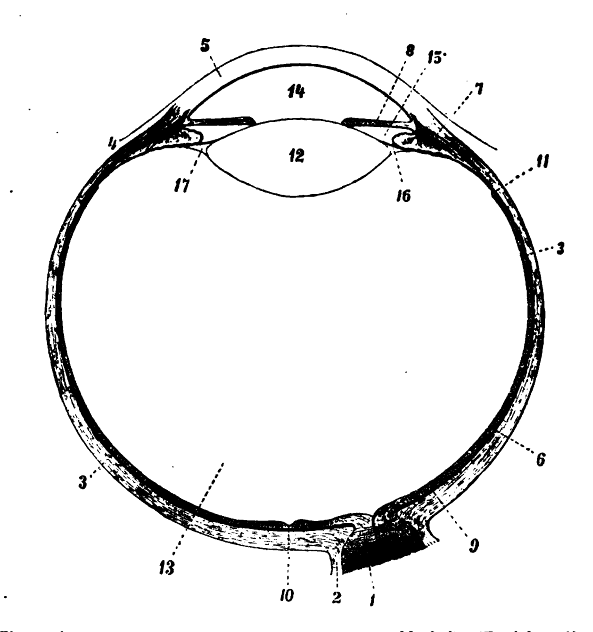


Figura 1.—Corte horizontal del ojo humano (Merkel)—(Enciclopedia francesa de oftalmología de Lagrange y Valude).—1, nervio óptico.—2, vaina del nervio óptico en su continuación al tejido de la esclerótica.—3, esclerótica.—4, Conjuntiva bulbar.—5, córnea.—6, coroides.—7, cuerpo ciliar.—8, iris.—9, retina.—10. fosa central.—11, *ora serrata* de la retina.—12, cristalino.—13, cuerpo vitreo.—14, cámara anterior del ojo.—15, parte preanular de la cámara posterior del ojo.—16, fibras zonoanulares que se insertan en el cristaloides anterior.—17, canal descrito por Hannover.

en casi su totalidad, de una membrana pigmentada de negro, llamada *coroides*, que absorbe los rayos luminosos sobrantes, para que la impresión de la imagen en la retina sea clara y distinta.

3. **Estructura de la retina.** La retina, órgano esencial de la visión es, según el sabio histólogo español, *Dr. Ramón y Cajal*, autoridad científica universalmente aceptada en estos asuntos, una especie de ganglio membranoso de donde nacen la mayor parte de las fibras del *nervio óptico*, las cuales van a terminar en centros superiores encefálicos especiales.

Fórmase la *retina* de varias capas, entre las cuales puede considerarse

como principal: *la capa de conos y bastoncitos:* la porción principal de los primeros está teñida, en vida, por una materia roja purpúrea *(púrpura retiniana, eritropsina, rhodopsina)* que se descolora por la acción de la luz y se conserva y regenera en la obscuridad, desempeñando en este órgano de la visión el papel del gelatino bromuro de plata de la placa fotográfica. Los *conos,* carecen de rojo retiniano, conteniendo otras substancias que sufren cambios menos aparentes por la acción de la luz. A medida que la zona retiniana dista más del centro contiene mayor número de bastoncitos y menor de conos. La parte central, la más sensible de la retina, es la llamada *mancha amarilla,* en ella abundan mucho los conos, y es donde se pinta la imagen del objeto que se ve, alcanzado su máximum de sensibilidad en la zona denominada *fosa central,* región de la visión distinta: no existen en ella bastoncitos, y los conos que contiene son los más largos que hay en la retina.

Hay otra capa bastante importante, la de los *granos externos* o *células visuales,* son el protoplasma (I-334) vivo o no transformado de los conos y bastoncitos. Es una capa muy delgada. Otras varias capas de menos interés completan la estructura de la retina.

La *zona papilar,* zona de implantación del nervio óptico en la retina, es zona totalmente inexcitable por los rayos de luz blanca o coloreada, se le llama *punto* o *región ciega* de la retina, y carece de conos y bastoncitos.

4. **Datos fisiológicos sobre las sensaciones de luz y de color.** El excitante *adecuado* de la retina es la *luz*, aunque el *centro psico-óptico,* responda a otra clase de excitaciones de la retina y del nervio óptico con *sensaciones luminosas,* (excitantes mecánicos, físicos o químicos). Si comprimimos suavemente el globo ocular, y por consecuencia la retina, se perciben imágenes luminosas, llamadas *fosfenos.*

La *sensación luminosa* radica, como sensación consciente, en la *corteza cerebral* (centro psico-óptico). Las vibraciones etéreas transversales de diferente longitud de onda *(rayos coloreados)* solo despiertan sensibilidad visual cuando se repiten 435.000 millones de veces (rayos rojos) a 764.000 millones de veces, por segundo (rayos violados). El máximum de poder excitante visual corresponde a los rayos amarillos. La luz solo obra como excitante de la retina cuando su intensidad está comprendida entre un número igual a la millonésima parte de la luz ordinaria diurna y un máximo difícil de precisar, pues las fuertes impresiones luminosas producen deslumbramiento y dolor vivo en el ojo. Los detalles de un objeto son más fácil-

mente perceptibles con intensidades de luz medianas (luz del día) que con fuertes intensidades.

Para dicha mediana intensidad luminosa el proceso de excitación visual dura 0'035 de segundo *(Plateau)* o sea $^1/_{30}$ de segundo, así que, si las excitaciones retinianas se suceden a intérvalos iguales o menores de $^1/_{30}$ de segundo, la sensación producida será *contínua* (disco cromático rotatorio, cinematógrafo, etc.) La excitación prolongada e intensa de la retina produce *la fatiga* del aparato visual, fatigándose más con las excitaciones contínuas que con las intermitentes.

Se admite que la excitación de los bastoncitos, es de naturaleza fotoquímica, relacionando la destrucción de la púrpura retiniana que los impregna con la transformación del movimiento luminoso en corriente nerviosa centrípeta. La luz blanca y el rayo de color, con excepción del amarillo, producen la descoloración del dicho pigmento rojo purpúreo *(eritropsina)*.

Aunque no haya justificación bastante para afirmarlo, se cree que los *bastoncitos* son los órganos destinados a la percepción de la luz blanca y que los *conos* están adscritos a despertar las sensaciones de color; fisiológicamente parece *(Gil y Morte)* más positiva la hipótesis que asigna al *cono* función de elemento mas excitable por la luz (blanca o de color) que el *bastoncito*. Los conos faltan en la retina de las aves nocturnas y son abundantes en las aves diurnas, por ello también los colores no los distinguimos en la obscuridad

Las sensaciones de luz y de color, fusionadas en el ejercicio habitual de la visión, forman el resultado de dos funciones distintas y no sufren las mismas variaciones; así, el ojo, descansado en la obscuridad, adquiere gran sensibilidad a la luz, probablemente, como apuntamos antes, por regeneración de la púrpura retiniana; pero, este mismo ojo, que se ha hecho muy impresionable a la luz, no tiene una sensibilidad cromática superior a la del ojo que ha quedado en actividad.

La *excitación luminosa* recibida en la *retina* puede seguir vías muy distintas a través de las capas que forman esta membrana sensible, avanzando siempre en el sentido de la profundidad y por vía de las fibras centrípetas que contiene el *nervio óptico,* alcanza la *arborización terminal* de cada una de ellas a varias células de los *cuerpos geniculados*, de los *tubérculos cuadrigéminos anteriores* o de los *tálamos ópticos*. De estas células la excitación se propaga por *fibras nerviosas intercentrales* a la *corteza cerebral*. Cada fibra intercentral se relaciona con varias células cerebrales, y en estos centros encefálicos se origina la *sensación visual*.

5. **Datos psico-fisiológicos de las sensaciones acromáticas.** El sistema de sensaciones de luz *(Wundt)* consta de dos sistemas parciales: el de las *sensaciones acromáticas* y el de las *sensaciones cromáticas*, entre sus cualidades se encuentran todos los grados posibles de tránsitos contínuos.

Las *sensaciones acromáticas* constituyen, consideradas en sí mismas, un sistema múltiple de una dimensión que, análogamente a la línea que forman los tonos (I-51), se halla incluída entre dos puntos límites. Llamamos *negro,* a las sensaciones que están mas cerca de uno de estos límites, y *blanco* a la que está mas cerca del límite opuesto al anterior. Entre ambas sensaciones se coloca el *gris,* en sus diversas gradaciones (gris obscuro, gris propio, gris claro). Este sistema es a la vez *cualitativo* e *intensivo,* puesto que cada modificación cualitativa en la dirección de negro a blanco llega a sentirse como un aumento intensivo, y toda variación de blanco a negro, como una disminución intensiva.

Todo *grado* del sistema de tal modo determinado, cualitativa e intensivamente, se llama *claridad* de la sensación acromática. Por eso se puede indicar el sistema total, como el anterior de las *sensaciones puras de claridad,* donde el atributo *puro* indica, en este caso, la ausencia de sensaciones cromáticas. El sistema completo puede también considerarse como una serie contínua de *grados de claridad;* en este caso indicamos los grados inferiores según la *cualidad,* con la palabra *negro;* según la *intensidad* con la de *débiles;* y los grados superiores, según la *cualidad,* con la de *blanco;* según la *intensidad,* con la de *fuertes.*

La luz no es el color (I-51), es la vibración molecular rapidísima la primera, el segundo revela el número de estas vibraciones. La vibración molecular, energía mecánica, cuando llega a cierto límite y se determina en especiales condiciones origina una modalidad de la *Energía,* la *lumínica.*

La *incandescencia* de los cuerpos de alto punto de fusión produce la luz, así, el carbono solo (arco voltaico), o en el seno de un gas de combustión (gas del alumbrado, lámparas de aceite, alcohol, etc.), o el magnesio (luz Drumont), el platino (lámparas eléctricas) y otros metales raros en la llama del gas, etc. Se supone, con fundamento, que la luz solar es producto también de incandescencia.

6. **Datos psico-fisiológicos sobre las sensaciones cromáticas.** La luz de los cuerpos en incandescencia al atravesar un prisma transparente, por el fenómeno de *refracción* (I-52) o al atravesar ciertos cuerpos por *absorción,* o bien haciendo sufrir a los rayos luminosos modi-

ficaciones especiales, por *polarización* o *difracción,* o por *reflexión irregular* al llegar a las superficies de los objetos (I-55), se descompone en ondas simples o compuestas, dando lugar en nuestro aparato visual a la *sensación de color.*

Las *sensaciones cromáticas,* o de color, cuando solo se tiene en cuenta su *cualidad,* constituyen un sistema de una sola dimensión, pero a diferencia de las sensaciones puras de claridad tiene la propiedad de *volver a sí mismo:* en efecto, de cualquier punto que se parta, se vuelve siempre, poco a poco, a una claridad de mayor diferencia, y luego de este, de nuevo, a cualidad de menor diferencia, y, por fin, al punto de partida.

El espectro de colores que se obtiene por descomposición del rayo solar que atraviese un prisma (I-52) que forma el llamado *arco iris,* no presenta por completo esta propiedad, porque falta la gradación *purpúreo-rosa,* que, físicamente, se obtiene mezclando los rayos rojo y violado, y con este término se completa el círculo, enlazando los extremos de la serie lineal del *espectro solar: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violado.*

Es el sistema de cualidades cromáticas una línea circunferencial, en que las diferencias entre puntos cercanos son marcadas por variaciones graduales de la sensación, y en que el máximum de la diferencia cualitativa de color existirá en los extremos de un mismo diámetro del círculo cromático.

7. **Los colores.** *Físicamente,* se llama *color simple* al obtenido por descomposición de un rayo de luz solar, mediante su paso a través de un prisma. Si intentamos nuevas dispersiones del rayo coloreado simple haciéndole atravesar otro prisma, la observación final acusa siempre la sensación fisiológica propia del color utilizado en este segundo experimento, no dando lugar nunca, por mas refracciones a que se le someta, a nueva coloración. Se consideran, físicamente, siete colores simples, ya citados que componen el espectro solar.

Como en este espectro se pasa insensiblemente por una serie de sensaciones de color de un extremo a otro, es decir, del rojo al violado, *psicológicamente* existen una infinidad de colores simples, homogéneos, que corresponden a duraciones diferentes de la vibración.

Bajo el punto de vista *fisiológico* no existe una gradación correspondiente de nuestras sensaciones visuales. Estas sensaciones, en efecto, se agrupan alrededor de cuatro colores principales según unos, y de tres según otros, de los que ya trataremos, y a los que pueden relacionarse todos los otros colores, ocupando un lugar determinado en el espectro, en tanto que los colores intermedios se nos presentan como formas de trancisión en los pri-

meros, y no tienen, al parecer, cualidad alguna particular, se les llama, a los colores principales, *colores fundamentales.*

Entre cada dos de los colores consecutivos, que forman el espectro, existe una zona, más o menos ancha, de transición entre ambos, en cuya zona se observa un tinte de color intermedio entre los dos vecinos; dicha zona es más perceptible entre el amarillo y el verde, el verde y el azul. Los nombres con que se indican los colores de estas zonas, amarillo-verdoso y verde-azulado, expresan su situación. Aceptando como dos nuevos colores simples del espectro estos dos últimos colores, resultan ya los *nueve* simples: *rojo, anaranjado, amarillo, amarillo-verdoso, verde, verde-azulado, azul* (o *azul ciánico,* como se llama también) *añil* o *índigo* y *violado.*

El *color natural* de los objetos, *nunca* es un color simple, pues es siempre descomponible por el espectroscopio (II-969). Así que, por semejanza, no por identidad, con uno de los colores del espectro solar, se le da el nombre de este color; por ejemplo, un objeto que *vemos rojo,* no refleja *únicamente* los rayos que tienen la longitud de onda de los rojos del espectro, si que también algunos otros de menor longitud de onda que los rayos rojos. El color *dominante* en un cuerpo, es el que le imprime su coloración, al *parecer simple.*

El conjunto de franjas coloreadas, producto de la descomposición de la luz blanca, constituye los llamados *espectros luminosos,* diferentes para cada clase de luz, y el reconocimiento de los cuerpos que produce esta, por el análisis de su espectro, forma el llamado *análisis espectral.*

Se denominan *colores compuestos* los que aparecen formados por suma de ondas determinadas, que constituyen rayos coloreados simples, pueden por lo tanto descomponerse en estos, que los integran. La *luz blanca,* físicamente, se constituye por la adición de los siete colores simples que forman el espectro solar. Esta luz blanca puede originarse por la suma de colores simples o compuestos opuestos, a los cuales se denominan *colores complementarios.* Puede también engendrarse luz blanca por la reunión de los colores fundamentales.

La mezcla de *colores materiales* no da el mismo resultado que la suma de rayos luminosos coloreados, así, la mezcla de los colores que forman el espectro solar (materiales) no da el *blanco,* sino el *negro,* o el *gris,* según la intensidad de los colores materiales mezclados. La mezcla en polvo o en pasta del *amarillo* y *azul,* no da, como cuando se suma estas dos clases de rayos coloreados, el *verde,* sino un *gris.* El rayo luminoso natural verde no se descompone por su paso por el prisma, es simple, pero el verde com-

puesto artificialmente, por su paso por el prisma, se le separan los rayos amarillo y azul, que lo han formado, u otra suma de colores simples que pueden integrarlo.

8. **Ideas de Charles Lacouture sobre los colores, expuestas en su «Repertorio cromático».** *Charles Lacouture,* aun clasifica los colores según su *luminosidad,* es decír, según su poder luminoso, y bajo este punto de vista, el color *amarillo* es el superior a todos los demás. Otras veces se ordenan los colores según su *brillo* relativo, es decir, según su *viveza,* que es el poder con el cual un color excita nuestra atención y llama a nuestra mirada; bajo este aspecto el *rojo* es el primero de la serie. Finalmente, se distinguen los *colores cálidos* y los *colores fríos;* los primeros son los que recuerdan una impresión de luz, de calor y de vida, tales como el *rojo,* el *anaranjado* y el *amarillo,* mientras que el *violado,* el *azul* y el *verde* se les considera como colores fríos. El *anaranjado* es el más cálido de todos, a la par que el *azul* es el más frío.

El *P. Lacouture,* llama *colores primitivos,* al *rojo, amarillo* y *azul,* que son suficientes para reproducir todos los otros colores, a los cuales denomina *colores derivados.* El *anaranjado, verde* y *violeta,* los considera como *derivados inmediatos:* siguiéndoles el *rojo anaranjado, amarillo anaranjado, amarillo verde, azul verde, azul violado* y el *rojo violado,* que les llama *derivados de segundo orden* y así sucesivamente se forman los *derivados de órdenes inferiores.*

Un color se parece más a otro cuando más próximo está a el en la serie, y es tanto más diferente cuanto más lejano. Un color es *equidistante* de otros dos cuando difiere o se parece a ellos en el mismo grado. Los tres colores primitivos son equidistantes. Todo color derivado está caracterizado por su *equidistancia* de los colores de los cuales se deriva, por ejemplo el verde se reconoce por nuestra vista equidistante del azul y amarillo, de los cuales deriva.

Según el *P. Lacouture,* el *tono* de un color indica el lugar que el ocupa en la escala que va del blanco al negro, pasando por el máximum de intensidad cromática. El *matiz* de un color es el grado de parentesco cromático de este color considerado sea como tronco, sea como derivado de otros colores: por ejemplo, el amarillo es un matiz de los amarillos de los cuales forma el tronco, el amarillo verde es un matiz derivado del amarillo y del verde. El *matiz* indica el lugar que ocupa un color en la serie cromática. El *tono* depende de los colores auxiliares, blanco y negro: el *matiz,* en tanto, es debido a los colores propiamente dichos.

9. **Acepciones de la palabra color.** No tiene esta palabra el mismo valor para el físico que para el artista, para el fisiólogo que para el tintorero; para el químico que para el estampador.

Para el *pintor*, los colores son, o sensaciones que, como subjetivas, caen bajo el dominio del fisiólogo o responden a los productos que el artista pulveriza, mezcla, aclara u obscurece, para luego aplicarlos artísticamente sobre el lienzo, reproduciendo con ellos una composición de su fantasía o copiando de la Naturaleza obras que él elige o de un modelo que él escoge.

El *físico*, tiene un concepto mas sutil del color, para él es el *tono* de la luz y depende del número de vibraciones de las moléculas materiales, transmitidas por el éter imponderado e hipotético; corresponde el color a ondulaciones más cortas que las caloríficas y menos rápidas que las eléctricas (I-52).

Para el *fisiólogo*, el concepto de color es solo subjetivo, es la sensación nacida en los centros correspondientes del encéfalo, provocada por la transmisión, por vías centrípetas, de una impresión, recibida en el órgano sensible de la visión (retina). Esta recibe en conjunto impresiones de luz, color y forma de los objetos. De la integridad anatomo-fisiológica de todos estos órganos depende la sensación normal de color. Cuando exista alguna lesión material o perturbación funcional de ellos, la sensación provocada es incompleta, falsa o nula.

Para el *químico*, constituyen los colores, conjunto de átomos reunidos en cantidad, naturaleza y disposición especial, dentro de la molécula que integran: forman los colores edificios moleculares de determinada estructura que tienen la propiedad de producir matices especiales en las materias a las que impregnan o a las que se adhieren. El químico constituye estos edificios, primero incoloros, a los que por ciertas reacciones transforma en coloreados y luego en colorantes, por la introducción en sus moléculas de determinados grupos atómicos (II-247).

Para el *tintorero*, los colores tienen realidad objetiva y los considera como productos solubles que disuelve en el baño de tintura, o en este se forman, y que colorean a la fibra impregnada por ellos, fijando luego el color formado en la materia textil, para hacer sólida la tintura de esta. Otra acepción da también al color, haciéndolo sinónimo de *matiz*, el cual el tintorero intenta copiar de la muestra que se le presenta.

El *estampador* de telas, considera el color en la misma acepción que el pintor, con cuyo arte tantos puntos de contacto tiene, buscan ambos efectos

de coloración y dibujo, combinando aquellos como coloristas y teniendo en cuenta este último, armonizando el color y la forma de los objetos o figuras reproducidas artísticamente.

10. **El color de los cuerpos.** El color con que aparecen los cuerpos depende de la naturaleza, del estado de sus superficies y del espectro de la luz que los ilumina. Por *reflexión,* aparecen los cuerpos iluminados del color de los rayos que emiten sus superficies. Cuando refleja todos los rayos coloreados, el cuerpo iluminado por luz blanca aparece *blanco* (II-422), si está, en estas condiciones, iluminado por rayo coloreado, aparece el cuerpo del mismo color que este. Si por reflexión, el cuerpo iluminado por luz blanca o coloreada, no refleja ningún rayo, los absorbe todos, aparecerá *negro* (II-422). Si por reflexión, el cuerpo iluminado por luz blanca solo refleja uno, o varios rayos simples, aparece del color de aquel o del color resultante de la suma de los varios simples que refleja. Si está iluminado por luz blanca coloreada simple o compuesta, y solo refleja aquel color simple, el cuerpo aparecerá de este color, si lo absorbe, aparecerá *negro*. Si el rayo es coloreado compuesto, aparecerá del color del simple que refleje, o de la suma de simples que forma el compuesto si los refleja todos, o de la suma de los simples reflejados, que entran en la composición del rayo mixto coloreado. En el caso de no reflejar el simple o ninguno de los simples que integran el compuesto, el cuerpo aparecerá *negro*.

El cuerpo que, incandescente, produce la iluminación de un objeto, modifica el color de este, porque el espectro que aquel origina es distinto, según su naturaleza, al producir luz. El *arco voltaico* es el que más se aproxima al de la luz solar. Lo dicho tiene grandísima importancia en tintorería: las fibras, hilos o tejidos tintados, deben reconocerse en su coloración a la luz natural, las otras luces modifican el matiz.

El objeto de la tintura, el estampado y aun la pintura, es la modificación de las superficies reflectantes de modo que, por reflexión de la luz que los ilumina, produzcan la sensación visual de tal o cual color en nuestros centros psico-ópticos.

El *negro absoluto,* no puede fabricarlo el artista. El tono del *blanco perfecto* industrial posee un matiz ligeramente amarillo muy claro, el cual para hacerlo desaparecer hay que azulear. Para dar coloración limpia a la fibra textil hay que proceder al blanqueo previo (III-14 y 15) que modifica la superficie de ésta haciéndola reflejar todos los rayos simples coloreados que integran la luz blanca, para luego, al tintarla, el matiz que adquiera sea pro-

ducto de los rayos coloreados que distintamente reflejan sus superficies, como consecuencia de la modificación física de estas, causada por la adhesión o acción química de la materia colorante sobre la fibra.

11. **Colores fundamentales o primitivos.** Los colores que combinados pueden dar origen a todos los demás, se les denomina *fundamentales* o *primitivos,* así, con mezclas de rojo y verde, pueden obtenerse todos los tonos de colores intermedios entre estas dos zonas del espectro; con mezclas de verde y violado, los que entre ambos existen, y los púrpuras, por mezclas de rojo y violado. Toda la serie de tonos cromáticos posibles en las sensaciones visuales pueden derivarse de los tres únicos colores objetivos; *rojo, verde y violado,* según *Wundt* (Compendio de Psicología) y estos son los mismos que admite, como fundamentales, el físico *Maxwell.*

Chevreul, admite como *colores fundamentales,* el *rojo, amarillo y azul,* y como *derivados inmediatos,* los simples del espectro, *anaranjado* (rojo y amarillo), *verde* (amarillo y azul) y *violado* (azul y rojo). *Gœthe,* considera estos mismos colores fundamentales (Theoría des couleurs. Premier vol. párrafo 60).

Newton, apreciaba como fundamentales los *siete colores* del espectro solar, no considerando el anaranjado, verde y violado como derivados de los otros tres. Para *Rosenstiehl,* los tres colores fundamentales serían el *anaranjado a* $^3/_4$ *de C hasta D;* el *amarillo verde, a los* $^3/_4$ *del D hacia el A,* y el *azul al* $^1/_3$ *de F hacia G* (Espectro solar, Fraunhofer).

El *Dr. Lembert,* de Lyón, admite cuatro colores *fundamentales* o primitivos: *rojo, amarillo, azul* y *violado,* y cuatro *secundarios directos: anaranjado, verde, índigo y púrpura,* y colores *secundarios indirectos: pensamiento y nogal. Herving* y *Leonardo de Vinci* admitían como colores fundamentales: el *rojo, amarillo, verde y azul.*

Clarles Lacouture, admite los seis colores principales de *Chevreul* (tres fundamentales y tres secundarios) y les añade dos *colores auxiliares:* el *blanco* y el *negro,* que fisiológicamente son considerados también como colores, aunque físicamente no lo sean; prácticamente como tales se les toma cuando se dice, por ejemplo: *color negro* del carbón, *color blanco* de la nieve. (*Repertoire cromátique*—Solución razonada y práctica de los problemas mas frecuentes en el estudio y el empleo de los colores).

12. **Teorías para explicar el color en las sensaciones cromáticas.** *Teoría de Joung. Brewster,* había admitido la idea de que todos los colores del espectro eran mezclas, en cantidades variables de tres

colores fundamentales: el *rojo,* el *amarillo* y el *azul,* pero esto es inexacto pues no existen tres colores simples cuya mezcla reproduzca los colores intermediarios del espectro; en efecto, los colores espectrales son siempre mucho más saturados que los colores compuestos. Pero, *Joung,* propone la cuestión de un modo mas práctico, admitiendo, para explicar el fenómeno de la visión de los colores, que las sensaciones coloreadas pueden estar relacionadas con tres *sensaciones fundamentales,* sensaciones de *rojo,* de *verde* y de *violado.* En este sentido *(Beaunís,* en su «Fisiología humana») es como puede hablarse de colores fundamentales, pero guardándose mucho de atribuir una realidad objetiva, como lo hacía *Brewster,* pues solo tienen ellos una realidad subjetiva.

Las bases esenciales de las hipótesis de *Joung* son las siguientes, que *Helmholtz* (Optica fisiológica) al cabo de muchos años ha hecho suyas, resucitando la teoría de aquel:

1.° Existen en el ojo humano tres clases de fibras nerviosas cuya excitación da respectivamente la sensación del *rojo,* del *verde* y del *violado.*
2.° La luz objetiva homogénea excita las tres clases de fibras nerviosas con una intensidad que varía como la longitud de onda.

La que posee menor longitud de onda (menor número de vibraciones) excita con más fuerza los elementos retinianos sensibles al rojo, las de longitud media, las fibras del verde, y las de menor longitud de onda, las fibras del violado. Sin embargo, no se puede negar, sino más bien admitir, para explicar numerosos fenómenos, que cada color espectral excita todas las clases de fibras pero con una intensidad diferente. El rojo simple, excita fuertemente las fibras sensibles al rojo, y débilmente las otras dos clases: sensación: *rojo.* El amarillo simple, excita moderadamente las fibras sensibles al rojo y al verde, débilmente a las del violado: sensación: *amarillo.* El verde simple, excita fuertemente las fibras del verde, muy débilmente las otras dos clases: sensación: *verde.* El azul simple, excita moderadamente las fibras del verde y del violado, débilmente las del rojo: sensación: *azul.* El violado simple, excita fuertemente las fibras que le pertenecen, débilmente las otras: sensación: *violado.* La excitación casi igual de todas las fibras da la sensación del *blanco* o de los colores blanquecinos. Esta hipótesis ha sido muy combatida por *Wundt, Fick* y otros muchos.

La teoría de *Joung* se apoya sobre todo sobre los hechos de *discromatopsia,* llamada así una afección en la cual la facultad de distinguir uno o muchos colores fundamentales está abolida. Existe una *acromatopsia,* es

decir, una *ceguera completa de los colores,* que es rara, y una *ceguera parcial,* para un solo color fundamental, llamada *Daltonismo,* que es mas frecuente, en el cual o se confunde los colores, viendo por ejemplo, como amarillo todo lo que sea rojo, anaranjado o verde y como azul, lo que sea verde o violado, o bien, deja de percibirse algún color, viendo negro, la parte del espectro correspondiente al rojo, y en los colores compuestos en que entra el rojo se ven como de color complementario de este; así, el blanco parece verde azulado; el rojo intenso y el amarillo parecen verdes, no pudiéndose distinguir entre el rojo de una flor y el verde de sus hojas. La ceguera por el verde y el violado es mas rara. Se llamó esta afección *Daltonismo,* porque *Daltón,* célebre físico, la observó el mismo que la padecía.

La discromatopsía se interpreta por la hipótesis de *Joung* fácilmente, pues depende de la ausencia o de la parálisis más o menos completa de los elementos retinianos afectados de tal o cual color. La teoría de *Joung* se apoya también sobre el hecho que se puede producir artificialmente la ceguera por un color excitando, hasta la fatiga de la retina, por este color.

13. **Teoría de Heving.** *(Gil y Morte,* Fisiología humana). «La percepción visual da a conocer un cambio de nutrición en las substancias retinianas impresionadas por los rayos luminosos. Hay tres substancias nerviosas en la retina: una excitable por los rayos blancos, otra excitable por los rayos amarillos y azules y otra por los rayos verdes y rojos. La primera substancia sufre un proceso de desasimilación por la acción de los rayos blancos y se recompone en la obscuridad; la segunda se descompone por la acción de los rayos amarillos y se recompone por la de los rayos azules; la tercera se descompone por la acción de los rayos rojos y se recompone bajo la influencia de los verdes. Los rayos del espectro no mencionados provocarían procesos de asimilación o de desasimilación sobre las substancias segunda o tercera y estos procesos serían menos intensos que los producidos por los rayos rojos, amarillos, verdes y azules.

La luz blanca excita las tres substancias, más las excitaciones de la segunda y de la tercera se anulan recíprocamente y queda solo efectiva la excitación de la primera; los colores complementarios no son los que se suman en la excitación, sino los que se anulan. La luz de un color dado excita una de las substancias segunda y tercera y además con intensidad variable la substancia primera; de esta última excitación resulta la mezcla de una sensación blanca a la del color percibido (color no saturado, como es siempre el color natural). Admite además *Heving* que la descomposición

de la substancia retiniana en un punto provoca una recomposición intensa en los puntos vecinos.

Esta teoría deja sin explicar el mecanismo de la excitación causada por los rayos anaranjados, índigos y violados. Esta, como la teoría de *Joung-Helmholtz*, carecen de base primitiva que permite reconocer esas diferencias entre las porciones admitidas en la unidad sensible retiniana. Aun la discromatopsia, que es base principal en que se fundan, siendo los casos más frecuentes de esta afección los de ceguera por el rojo y la ceguera por el azul-índigo-violado, es decir, la ceguera para los extremos del espectro, pueden esplicarse estas muy bien como resultado de una reducción en los límites entre los cuales están comprendidas las vibraciones del éter aptas para impresionar la retina, y otras varias objeciones más que se hacen a dichas teorías.

14. **Grado de saturación de los colores.** *Claridad, Intensidad.* Por *grado de color* o *saturación,* se entiende, según *Wundt,* la propiedad de las sensaciones de color, de llegar a ser, por cualquier tránsito, sensaciones acromáticas, de modo que son posibles tránsitos contínuos desde todo color a todo grado de la serie de sensaciones acromáticas, al blanco, al gris, al negro. La expresión *saturación* se toma aquí del modo acostumbrado (I-46) de mostrar objetivamente estos tránsitos, esto es, por la saturación de una solución incolora con substancias coloreadas. Pudiéndose pensar para cada estado posible de un color, por saturado que esté, un estado todavía más saturado del mismo tono, e indicando una sensación acromática el punto extremo de una serie de saturaciones contínuamente decreciente de un color cualquiera, el grado de color puede considerarse como una determinación que pertenece a todas las sensaciones de color, o por la cual el sistema de las sensaciones de color se pone al mismo tiempo en inmediata conexión con el de las sensaciones acromáticas. La saturación de un color depende de la mayor o menor cantidad de luz blanca que contiene. Se llama *saturado* un color cuando no contiene nada de luz blanca, tales los colores puros del espectro y el púrpura.

La *claridad* es una propiedad común a las sensaciones cromáticas y acromáticas, siendo a la vez propiedad *cualitativa* e *intensiva*. Partiendo de cierto grado de claridad, cada sensación de color, cuya claridad se haga crecer, va acercándose, en su cualidad, al *blanco,* a la vez que crece simultáneamente su intensidad; y cuando se haga disminuir su claridad, se acerca, en su cualidad, al *negro,* mientras que, al mismo tiempo, se debilita su intensidad. Los grados de claridad de todo color particular constituyen un

sistema de cualidades intensivas, análogo a las sensaciones acromáticas y a las sensaciones puras de claridad, solo que, en lugar de los grados cualitativos acromáticos que se mueven entre el negro y el blanco, aquí han entrado los correspondientes grados de saturación: la *positiva,* en la dirección del *blanco,* conexionada intensivamente con el aumento de sensación, y la *negativa,* en la dirección del *negro,* al cual corresponde una disminución de la sensación. De este modo *blanco y negro,* indican igualmente los puntos situados en sentido opuesto, tanto en el sistema de las sensaciones puras de claridad como en el de las sensaciones cromáticas. Consecuencia natural de esto es que, para cada color, hay una cierta claridad media en la cual la saturacion del color ha llegado al máximo y desde la cual se va, por aumento de claridad, en dirección positiva; por disminución, en negativa. Este valor de claridad, el más favorable para la saturación, no es, sin embargo, el mismo para todas las sensaciones de color, sino que se gradua del rojo al azul, de modo que, para el rojo, es el más alto, y, para el azul, el más bajo. En esto encuentra una explicación el conocido fenómeno de que, durante el crepúsculo, esto es, es una débil sensación de claridad, todavía reconozcamos, por ejemplo, en una pintura, los tonos azules, mientras que los rojos se nos aparecen negros.

La *intensidad* de un color depende de la amplitud de las vibraciones, disminuyendo, desde los colores espectrales puros (saturados) hasta el sombra o el negro por degradaciones sucesivas. Cuando la intensidad luminosa sobrepasa ciertos límites, entonces el tono de color desaparece y no queda más que la sensación de blanco.

Cuando se aumenta la iluminación de un objeto, los colores de vibraciones largas (rojo, amarillo) aumentan de intensidad; y a la inversa, cuando el alumbrado es mas débil, es entonces los que menos disminuyen en intensidad los colores de cortas vibraciones (violado, azul). Así, los paisajes que miramos a través de lentes de cristal amarillo claro nos parecen alumbrados por el sol; con un cristal azul el efecto es contrario.

En la luz solar intensa es la impresión del amarillo el que domina, en la luz solar débil, es el azul el dominante, complementario del color amarillo; en el alumbrado artificial ordinario, la luz es amarilla, de manera que los objetos azules parecen más obscuros, y los amarillos palidecen.

15. **Notaciones cromáticas, según el P. Lacouture.** La nomenclatura de los colores no tendrá importancia práctica hasta que no vaya acompañada y ayudada de *notaciones simbólicas,* análogas a las que emplean los químicos, es decir, hasta que no vengan expresados los diver-

sos colores por sus respectivas *fórmulas cromáticas.* Estas deben ser, como las químicas, breves, claras, y dar a conocer a primera vista el color que representan. Las que propone *Lacouture* representan los tintes a la vez cualitativa y cuantitativamente, es decir, que ellas revelan el matiz y el tinte de que se trata, así como la proporción relativa de sus elementos, si son compuestos o derivados.

Para la *notacion cualitativa* de los colores se toma como punto de partida el *matiz,* que especifica cualitativamente el color, porque aquel depende del grado de parentesco de éste con los tres colores primitivos o con los tres derivados inmediatos. Es suficiente, pues, pequeño número de símbolos para representar todos los matices imaginables. Estos símbolos son para los seis colores principales y los dos auxiliares, blanco y negro, los siguientes:

R—rojo.
An—anaranjado.
Am - amarillo.
Ve—verde.
Az—azul.
I—índigo.
Vi—violado.
B—blanco.
N—negro.

Para la *notación cuantitativa* de los colores se tiene según el *P. Lacouture,* que tener en cuenta los *tonos* del color o grados de intensidad cromática, los cuales resultan de la *cantidad* más o menos grande de color sobre la *unidad de superficie,* se ha de evaluar pues esta cantidad que se representará por notaciones especiales.

El punto de partida de la notación cuantitativa de un color, ha de ser la relación de los valores colorantes de los colores que los producen, si es derivado. El *valor colorante* depende para cada pigmento de su naturaleza, y en la práctica, principalmente, de su divisibilidad o solubilidad, que puede variar de uno a otro, pero queda siempre constante para unas mismas condiciones físicas.

Llama, *Lacouture, equivalentes cromáticos,* las cantidades relativas de color que se equilibran en la formación de los colores derivados, y pueden reemplazarse en los derivados del mismo orden. *Estas mismas cantidades relativas, se bastan, para cada color, para dar el tono franco o máximum cromático, sobre la unidad de superficie.* Estas cantidades pueden

determinarse experimentalmente para cada color en particular; como pueden intervenir varias circunstancias deben determinarse estas, y su resultado nunca alcanzará la exactitud de los equivalentes químicos, pero a pesar de ello prestan grandes servicios en la práctica de los colores.

16. **Notación de los equivalentes cromáticos.** Antes hemos ya indicado los símbolos que representan los colores principales y los auxiliares.

Para anotar los derivados primarios (tres de los principales), como son francos formados por igual valor colorante de los primitivos que los integran, vendrían así expresados:

$$An=\frac{R}{2}+\frac{Am}{2} \quad ,, \quad Ve=\frac{Am}{2}+\frac{Az}{2} \quad ,, \quad Vi=\frac{R}{2}+\frac{Az}{2}$$

Lo cual indica que el equivalente del color derivado secundario es la suma de la mitad respectiva de los dos colores primitivos que lo componen.

17. **Determinación y notación de los colores derivados.** Para representar los matices derivados y los tonos de todos los matices, considera el *P. Lacouture*, dividido todo equivalente cromático en seis partes, constituyendo cada sexta parte un grado de la gama ya sea para los matices, ya para los tonos. El número de sextos de color propiamente dicho o de negro que contiene un tinte dado, lo indicaremos en su fórmula por un *subíndice numérico*, colocado bajo y a la derecha del símbolo. Así pueden representarse ya los derivados secundarios, que son equidistantes de los principales (primitivos y derivados inmediatos) formados por mitades de equivalentes cromáticos de los dos colores que lo integran. Representaremos pues las fórmulas por los símbolos y los subíndices 3 que es la mitad de 6, que son las partes en que hemos dividido el equivalente. Así:

rojo anaranjado $R_3\,An_3$ azul violado $Az_3\,Vi_3$

que referidos a los colores primitivos nos dará, por ejemplo el

$$\text{rojo anaranjado}=R_3\,An_3=\frac{R\,An}{2}=\frac{R}{2}+\frac{An}{2}=\frac{R}{2}+\left(\frac{\frac{R}{2}+\frac{Am}{2}}{2}\right)=\frac{3\,R}{4}+\frac{Am}{4}$$

De lo que se desprende que un color derivado secundario está formado por

la suma de dos colores primitivos de los que uno entra en tres cuartas partes y el otro una cuarta parte.

Otros colores intermedios entre el primitivo rojo y el anaranjado derivado inmediato formarán la siguiente gama franca

$$R \ , \ R_5\,An_1 \ , \ R_4\,An_2 \ , \ R_3\,An_3 \ , \ R_2\,An_4 \ , \ R_1\,An_5 \ , \ An$$

La gama del negro sería

$$N_1 \ , \ N_2 \ , \ N_3 \ , \ N_4 \ , \ N_5 \ , \ N$$

que unidos al color franco nos daría la gama rebajada

$$R \ , \ R_5\,N_1 \ , \ R_4\,N_2 \ , \ R_3\,N_3 \ , \ R_2\,N_4 \ , \ R_1\,N_5 \ , \ N$$

En ciertos casos se necesita expresar mas términos en la gama y para ello se hacen sextas partes de la sexta parte del equivalente cromático, resultando este dividido en 36 partes, $^1/_6$ de la sexta parte se expresa por la letra *a*, $^2/_6$ por *e*, $^3/_6$ por *i*, $^4/_6$ por *o* y $^5/_6$ por *u:*

$$R_a = \frac{R}{36} \qquad R_i = \frac{3R}{36} \qquad R_{4u} = \frac{4R}{6} + \frac{5R}{36} = \frac{29\,R}{36}$$

18. **Procedimiento de representación geométrica de los colores.** *Círculo cromático.* Los caracteres ya estudiados permiten clasificar los colores en su orden sistemático, y construir sobre estos principios figuras geométricas que representen gráficamente esta clasificación de los colores.

Si hacemos abstracción de la saturación y de la intensidad de los colores, refiriéndonos solo a su tono, podemos disponer los colores en serie lineal como están colocados en el espectro solar; cada punto de esta línea corresponde a una sensación determinada de color y se puede pasar por transiciones insensibles de un punto a otro; pero, esta línea no puede representarse por una recta, porque los dos colores extremos: rojo y violado, se aproximan uno al otro como cualidad de tono; la línea deberá ser, pues, curva que presentará una interrupción entre el rojo y el violado y esta interrupción será anulada si se interpone entre dichos dos colores el *púrpura* que, como ya hemos dicho, establece la transición entre ambos; la curva de los colores

será entonces cerrada y puede, para mayor sencillez, dársele la forma de círculo, colocando los colores sobre la circunferencia, de modo que los colores complementarios se encuentren a los extremos de un mismo diámetro.

La misma construcción puede servir también para anotar el grado de saturación de los colores; en este caso, los colores saturados (los del espectro solar y el púrpura) se colocan en la circunferencia, el blanco en el centro del círculo, y los diferentes grados de saturación de cada color, desde el color saturado hasta el blanco puro, se colocan sobre un mismo radio del círculo. Se tiene así construído un *círculo cromático*.

19. **Círculo cromático de Chevreul.** Antes que *Chevreul,* dirigiera en 1824 la tintorería de la Manufactura de los Gobelinos, no había realmente ciencia de los colores o cromática, a este experto y sabio químico-tintorero se debe principalmente haber aclarado la obscuridad y confusión que entonces existía en sus bases, y en la nomenclatura y clasificación de los colores. Luego otros, entre los que descuella el célebre *Abate Wassart* y el no menos sabio *Padre Lacouture,* contribuyeron al adelanto de esta ciencia, que *Rosenstiehl,* en estos últimos años, ha completado con sus estudios importantísimos de cromática aplicada a la tintura y al estampado, recopilados en su obra monumental de «Optica fisiológica», así que, puede considerarse a *Rosenstiehl* como el verdadero creador de la cromática aplicada al arte de la tintura.

La nomenclatura de los matices, antes de *Chevreul,* era imprecisa, los nombres que se les asignaban correspondían a los de minerales o partes de plantas o animales, nombres de personajes célebres, o bien nombres de expresión más o menos vaga, como: verde esmeralda, verde de agua, verde prado, gris de hierro, amarillo limón, amarillo paja, marrón, gris de ratón, oreja de oso, matiz Isabel, Magenta, Solferino, Bismark, colores claros, pálidos, apagados, obscuros, vivos, fuertes, francos, rebajados, etc. *Chevreul* percibió el problema, trató de resolverlo y logró definir científicamente los colores y sus matices, creando una clasificación de estos; estudió como pueden ser modificados los colores espectrales por el blanco y el negro y otros colores; definió el tono, la gama y el matiz (I-62); admitió tres colores fundamentales que pueden reproducir todos los otros, etc.

Describiremos el *Círculo cromático de Chevreul* como lo hace *Barenne* (Revue Textil et des Arts industriels, Nov.-Dbre. 1909). «Supongamos un círculo, en cuyos puntos A, B y C, equidistantes en 120 grados de la circunferencia, (Fig. 2) colocamos los tres colores fundamentales *Rojo* (R),

Azul (Az), *Amarillo* (Am), marcando los colores derivados inmediatos. por otros tres puntos intermedios, cuyos arcos se diferencian en 60°, colocando en ellos los colores *anaranjado* (An), *verde prado* (Ve) y *violado* (Vi). Si mezclamos ahora en partes desiguales, por ejemplo, tres partes de un color anterior primario y una parte del siguiente, obtendremos: Tres partes de rojo y una de azul, da el *púrpura;* una parte de rojo y dos de azul, da

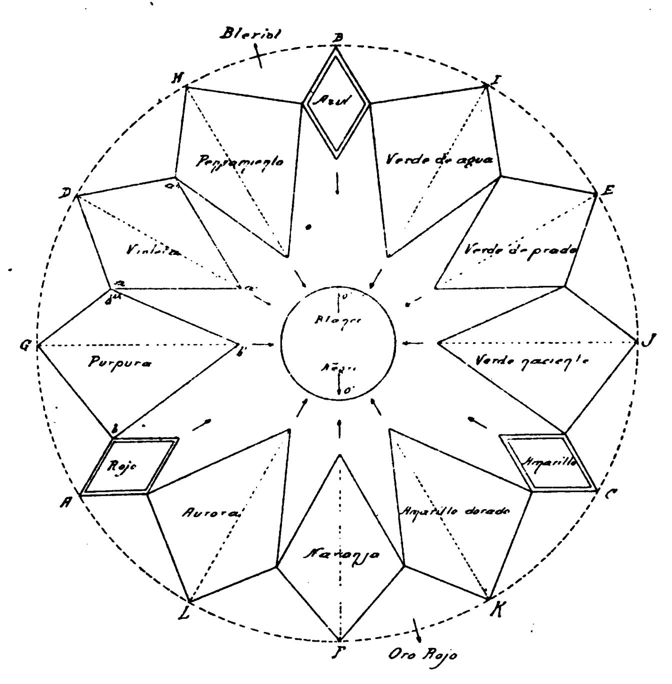


Fig. 2.—Rosa cromática de M. Barenne

el color *pensamiento;* tres partes de azul y una de amarillo dan un *verde agua;* una parte de azul y tres de amarillo dan *verde naciente;* tres partes de amarillo y una de rojo dan el *amarillo dorado;* una parte de amarillo y tres de rojo producen el *aurora*. Estos seis matices binarios se indican por los cuadriláteros irregulares G, H, I, J, K, L; las líneas punteadas que dividen estos cuadriláteros indican que en la mezcla un matiz primitivo domina sobre el otro; así, por ejemplo, para el púrpura: la línea punteada G b', divide el cuadrilátero púrpura en dos triángulos desiguales G b b', el más grande, es para indicar las tres partes del rojo y G b' b", el pequeño, representa la parte azul, y lo mismo para los otros cuadriláteros H, I, J, K, L.

La figura 2 termina por un círculo central, donde se inscribe el blanco o el negro, indicando por las pequeñas flechas que la reunión de todas las *luces* coloreadas, forman el blanco, y que la mezcla de todos los *colores* forman el negro. Puede colorearse esta figura, resultando así mas atrayente el esquema.

Continuando subdividiendo los arcos, se puede llegar a obtener 72, que son los llamados *colores francos,* es decir, sin mezcla de negro, intercalando bien los colores entre cada dos, hasta constituir la figura 3.

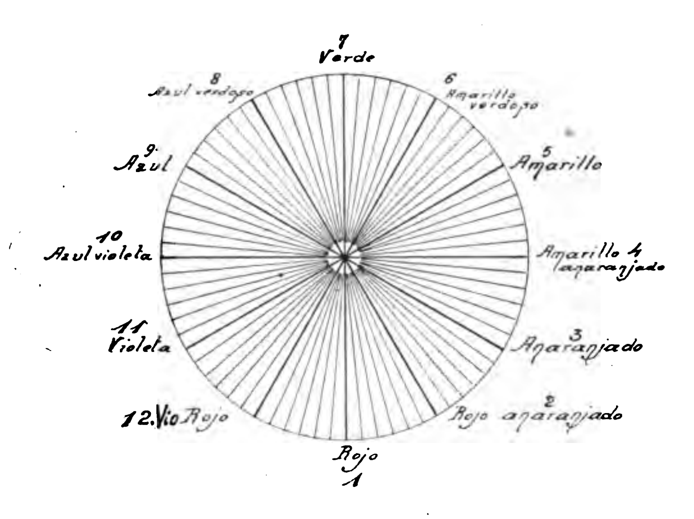


Fig. 3.—Círculo cromático de Chevreul

20. **Esfera de Chevreul.** Si en cada matiz, se forma una gama de tonos que vayan del blanco al pardo obscuro, pasando por el tono normal o tono 10, que marca el máximun de intensidad cromática, se tendrán 72 $\times$ 20 = 1440 matices francos. Supongamos que cada uno de estos 1440 matices sea rebajado o obscurecido por grados crecientes de negro y pasando por décimas de 1 a 3 se obtendrán 9 series nuevas de 1440 en matices rebajados, lo que hará alcanzar el número de matices francos y rebajados a 1440 $\times$ 10 = 14.400 matices, a los cuales deben unírseles la gama de grises o fracciones del negro compuesto, de 20 tonos del blanco al negro sin ningún matiz. El número total de matices así determinados será pues de 14.420. Tal es la clasificación imaginada por *Chevreul.*

Puede ello ser representado por una figura esférica llamada *esfera de Chevreul.* Si eligimos uno cualquiera de estos colores francos, colocados

en un círculo ecuatorial, el *An* (Anaranjado), por ejemplo, y trazamos un radio, a medida que nos acercamos al centro su matiz se irá aclarando hasta hacerse blanco, de modo que a cada punto de este radio corresponderá un tono diferente, pero como una vista algo perfecta no distingue entre *B* (blanco) y *An* (anaranjado) mas que 20 colores distintos, supondremos que la gama que va del anaranjado al blanco tiene, sin contar estos, 20 tonos distintos. Como lo mismo diríamos de otro color franco cualquiera, resulta un total de 1513 colores en el círculo trazado.

Para representar los demás colores supongamos una recta perpendicular en *B*, el círculo ecuatorial *R—Am—Az* y a una distancia *B* igual a *B—R*, situamos el punto *N* que supondremos representa el negro. La recta que une los puntos *N* y *B* contendrán también 20 tonos diferentes correspondientes a otras tantas combinaciones de blanco y negro, en que el blanco es el cero y el negro es el 21. Hemos obtenido pues 21 colores que con los 1513 colores nuevos suman 1534 colores.

Volvamos a elegir un color franco, el azul *(Az)* por ejemplo, y con un centro en *B* tracemos el arco *Az—N* que dividido en 21 parte de 20 colores nuevos que son los 20 tonos obscuros del color franco *Az*. Como podríamos hacer lo mismo con otro color franco cualquiera tendremos así $20 \times 72 = 1440$ nuevos colores que con los 1534 anteriores forman un total de 2794 colores.

Si en el plano que forma la línea *N—B* con cada uno de los 72 colores francos trazamos 20 circunferencias de cuatro *B* y radios *B-1'*, *B-2'*, *B-3'*..., *B-20'* y trazamos los 20 radios *B-1*, *B-2*, *B-3*..., *B-20;* las intersecciones de unos y otros darán 20×20 colores nuevos que serán agrisados y como esto lo podemos hacer con los 72 colores referidos tendremos en total, $20 \times 20 \times 72 = 28.800$ colores agrisados que con los 2.794 anteriores formarían, finalmente, un total de colores bien definidos en la esfera de **31.774** colores, donde siempre encontraremos uno a simple vista igual a otro cualquiera dado.

De este modo quedan bien definidos todos los colores y el de blanco o negro y blanco y negro, adicionados de los números correspondientes en las gamas respectivas.

El Congreso internacional de Génova en 1909, realizó un trabajo mas completo y definitivo adoptando una clasificación metódica de los colores diferenciables por el ojo humano, elevando el número de tonos hasta 80.000. El espectro solar está representado por una cinta tejida dividida en 160 colores, perfectamente diferenciables unos de otros. Cada uno de estos colores

puede dar con el blanco aclarando y el negro obscureciendo o rebajando las gamas de 50, y cada uno de estos tonos pueden mezclarse al gris de la misma claridad, de 1 a 10 en medio, lo cual produciría 160 colores, teniendo cada uno de ellos 500 derivados o sean 160 $\times$ 500 = 80.000 tonos.

Pueden representarse también geométricamente los colores por un *cono* o *doble cono* y por el triángulo cromático como el de *Overntón* y el de *Joung*.

21. **Muestrario de lós Gobelinos.** *Chevreul*, con el concurso de *M. Lebrís*, jefe inteligentísimo del taller de tintorería de la Manufactura de los Gobelinos, ha llevado este a la práctica las ideas del primero, fabricando estos círculos cromáticos y estas gamas de 20 muestras, tintando madejitas de hilo de lana. Se conserva esta colección artística y cientítica en los Gobelinos, en el *laboratorio Chevreul*, dispuestos en 72 sectores circulares que representan los colores francos y en cada sector una tabla circular con las gamas de 20 muestras en madejas tintadas en matices francos y rebajados, muy bien conservados al abrigo del aire, de la luz y del polvo, en cajas, en un mueble de madera de roble.

M. Digeón, ha intentado reproducir la colección en un atlas, litografiando los círculos cromáticos y las gamas de los Gobelinos. Mejor sería, como propone el *abate Wassart*, la reproducción en piezas de tela tintadas que podrían servir para la preparación de albums, que copiarían mejor los colores qne en litografía y hasta en las madejitas de lana de *Chevreul* y que serían de grandísima utilidad para la enseñanza de las Escuelas industriales.

Con esta clasificación de *Chevreul* cabe definir cada matiz con dos o tres cifras, con dos o tres indicaciones a lo más, y reproducir con fidelidad un color con indicaciones enviadas desde lejano país, y un viagero con solo un album de estos, describir el color de plantas, flores, animales, etc., de los más extraños colores. Es además este album preciso para el estudio de colores y tintados y estampados, y la acción de influencias exteriores, mordientes etc. sobre ellos.

22. **Representación geométrica de los colores según el P. Lacouture.** *Rosa sinóptica.* En su «*Repertorio cromático*» el *P. Lacouture* presenta varias figuras geométricas en las que van incluídas los colores derivados, entre ellas se encuentra, en primer término, lo que el llama *Rosa sinóptica,* que representa una rosa de 12 hojas (Fig. 4) en las que están los doce colores, seis principales y seis derivados secundarios, arreglados según el orden natural de la sucesión de sus matices, son estos R (rouge)

rojo, J (jaune) *amarillo y* B (bleu) el *azul;* los tres secundarios O (orange) *anaranjado*, VE (vert) *verde y* V (violet) *violado;* los seis derivados inmediatos de los principales, a saber: RO (rouge-orange) *rojo anaranjado*, JO (jaune-orange) *amarillo anaranjado*, JVE (jaune-vert) *amarillo verde*,

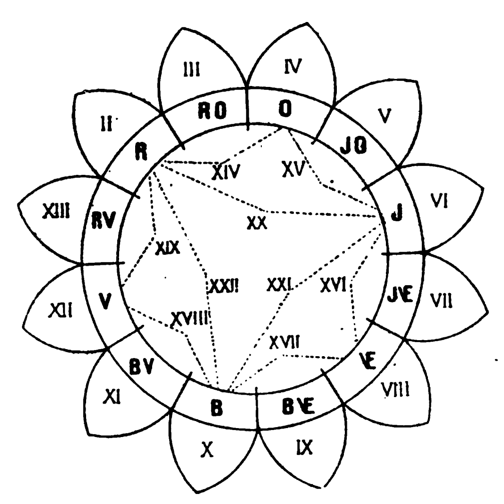


Fig. 4.—Rosa sinóptica (Lacouture)

BVE (bleu-vert) *azul verde*, BV (bleu-violet) *azul violado y* RV (rouge-violet) *rojo violado*.

Las cifras romanas que aparecen en la figura, designan los números de los cuadros que corresponden a las diversas partes de la rosa, y que acompañan a la obra.

23. **Diagrama sinóptico trilobulado.** Este diagrama (Fig. 5) representa el conjunto de las reacciones cromáticas a las cuales da lugar la mezcla de los colores primitivos. Los derivados inmediatos se encuentran sobre la línea mediana de estos lóbulos, así que en las casillas angulares del triángulo central, se hallarán por estas medianas. El resto de las casillas del triángulo central están ocupadas por la presencia simultánea, en proporciones diversas, de los tres colores primitivos y dispuesta la extinción más o menos completa resultante del encuentro de los complementarios. Las nueve casillas donde se efectúa la extinción total forman una especie de tricornio central juntando los arcos por su punto medio. El diagrama adjunto, da idea de estas diversas particularidades apuntadas y formula los tintes en cada casilla del esquema trilobulado.

24. **Cuadro para la combinación de los doce colores principales con el blanco y el negro (colores auxiliares).** (Fig. 6) *Lacouture* presenta cuadros de la siguiente estructura, en que *C*, representa el color; *B*, el blanco y *N* el negro. Contienen estos cuadros en conjunto

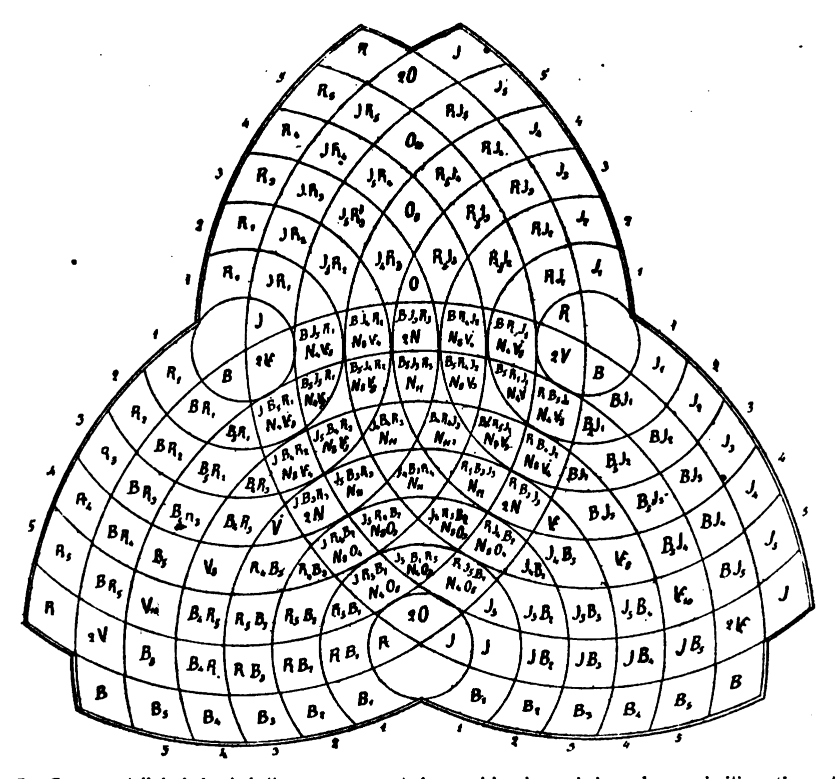


Fig. 5.—Esquema trilobulado sinóptico que representa las combinaciones de los colores primitivos (Lacouture)

tintes aclarados o lavados por el blanco, rebatidos o obscurecidos por el negro, y los agrisados de este mismo color.

En las *líneas horizontales* los tintes están graduados en intensidad cromática por la misma cantidad de negro; en las *columnas verticales*, los tintes están graduados en disminución por una misma cantidad de color, y en las *series diagonales descendentes*, de izquierda a derecha, los tintes están graduados por las proporciones de *C* y *N* que varían en el mismo sentido. En las *series diagonales ascendentes* los tintes están graduados por las

proporciones de *C* y *N* que varían en sentido inverso. Los tonos quedan los mismos.

La gama de los ***tonos elevados*** del color *C*, ocupa la primera línea. Los ***tonos grises,*** llenan la parte del cuadro que está por debajo de esta primera línea y por encima o a la izquierda del de la serie diagonal ascendente principal (c) (d). Los *tonos rebajados,* llenan todo el resto del cuadro. La gama

(a)		1	2	3	4	5	C (d)
	Bc	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C
1	N_1	C_1N_1	C_2N_1	C_3N_1	C_4N_1	C_5N_1	CN_1
2	N_2	C_1N_2	C_2N_2	C_3N_2	C_4N_2	C_5N_2	CN_2
3	N_3	C_1N_3	C_2N_3	C_3N_3	C_4N_3	C_5N_3	CN_3
4	N_4	C_1N_4	C_2N_4	C_3N_4	C_4N_4	C_5N_4	CN_4
5	N_5	C_1N_5	C_2N_5	C_3N_5	C_4N_5	C_5N_5	CN_5
N	N	C_1N	C_2N	C_3N	C_4N	C_5N	CN
(c)							(b)

Fig. 6. - Cuadro esquemático de las combinaciones de cada color con el blanco y el negro (Lacouture)

de estos últimos siguiendo a la de los lavados, está dada por la serie diagonal ascendente principal (c) (d); en efecto, el color dado *C* y el color auxiliar varían en la una y en la otra en sentido inverso. Los otros tonos rebajados lo son a la vez, por la presencia del negro y por el espesor o exceso de color.

25. **Cuadro para representar las combinaciones de dos colores propiamente dichos.** Para las gamas de matices que se derivan de su asociación, emplea el *P. Lacouture,* cuadros como el de la figura 7, en los que *C* y *C'* representan los dos colores, en general, combinados en dicho cuadro. Los índices numéricos evaluan las sextas partes de equivalente cromático, que entran en las proporciones de la mezcla.

En este cuadro, las *series diagonales horizontales* son las *gamas de tonos* diferentes para un mismo matiz. Las *series diagonales verticales* son *gamas de matices* diferentes para un mismo tono. La *diagonal vertical principal* representa los tonos francos y por consecuencia una parte del

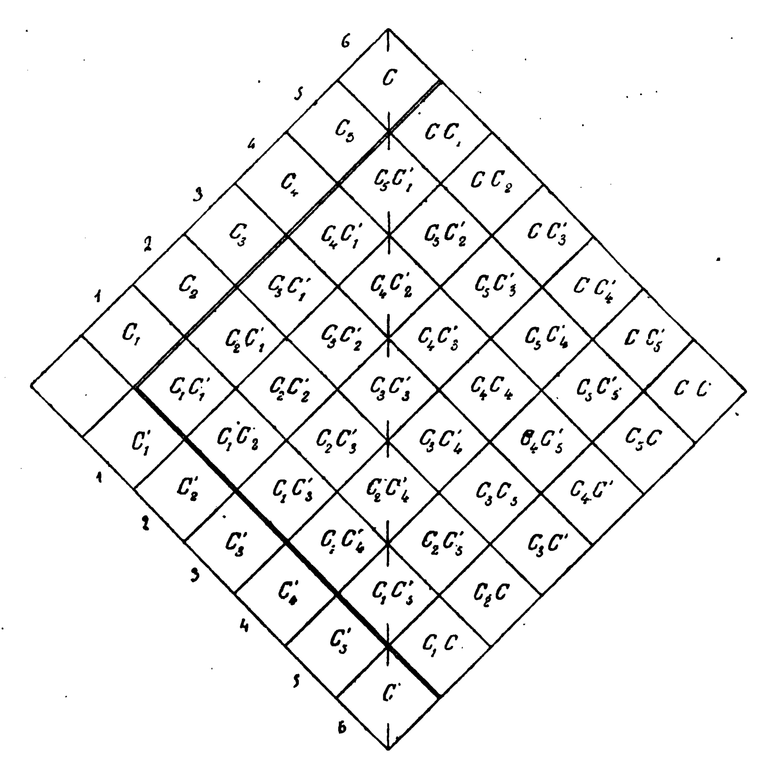


Fig. 7.—Esquema de las combinaciones de dos colores propiamente dichos (Lacouture)

círculo cromático. Las otras *series de diagonales verticales* se continuan de un cuadro al otro para formar una serie única de una misma tonalidad, así como si se colocan a continuación las diagonales verticales principales de todos los cuadros se obtendrá el círculo cromático completo. En las *líneas ascendentes* del cuadro, los matices están graduados por cantidades crecientes de *C* para una misma cantidad de *C'*. En las *líneas descendentes,* los matices están graduados por cantidades crecientes de *C'* para una misma cantidad de *C*.

Las *gamas simples* limitan el cuadro por la izquierda, subiendo y bajando a partir del blanco, y son las gamas lavadas de *C* y *C'*. Los otros *matices*

lavados ocupan la parte izquierda del cuadro comprendidos entre dichas dos gamas simple y la gama franca (diagonal vertical principal). Las *gamas rebajadas* por exceso de color llenan a la otra parte de la gama franca, el resto del cuadro, es decir, la parte derecha de este.

26. **Cuadro para las combinaciones con el negro de los matices derivados del anterior cuadro (combinando C y C').** Se emplea la figura 8, que representa en un triángulo curvilíneo, todos estos tintes. El diagrama siguiente hará comprender la disposición de estos matices derivados y su grado variable de rebajamiento.

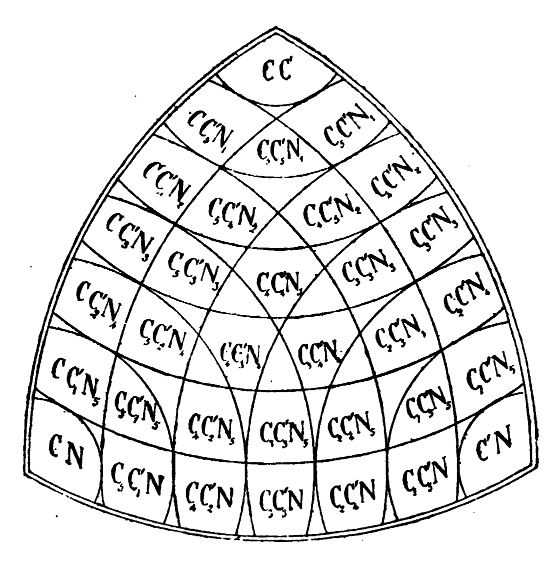


Fig. 8.—Triángulo esférico esquemático de combinaciones del negro con las combinaciones de colores resultantes del esquema figura 7 (Lacouture).

Los tres vértices del triángulo están ocupados por las combinaciones binarias, el de arriba por el de los dos colores *C* y *C'*, el de la izquierda y de la derecha por la mezcla del *N* con uno de los colores *C* y *C'*. Las zonas sucesivas de los triángulos contienen cada una una misma cantidad de uno de los tres colores *C*, *C'* o *N* combinado con proporciones graduadas de los otros dos; esta cantidad constante en cada zona va creciendo en un sexto de la una a la otra, hasta la zona exterior en la que alcanza su máximo.

27. **Los colores complementarios.** Son *colores complementarios* los que juntos producen la luz blanca (I-60). Todo color siempre tiene

un complementario, o varios, pues a este pueden añadirse proporciones variables de luz blanca, cuyo resultado es en todo caso el blanco, aunque esto último solo puede aplicarse cuando en la composición no entra ninguna cantidad de negro.

La mezcla física de los complementarios siempre produce la sensación de *blanco,* pero si es la mezcla material de los mismos, bien los colores en polvo o en disolución, no producen el blanco sino el *gris,* más o menos obscuro. Es decir la unión de complementarios, solo dan blanco cuando se consideran *luces* o rayos luminosos coloreados. El nombre de *complementario,* siempre se da al color que entra en menor cantidad en la mezcla, por ejemplo, el rojo es el complementario del verde prado (Fig. 2) porque este último está formado por la combinación de azul y amarillo.

Examinando la figura 2 se observa que los complementarios están indicados, de manera muy clara, por pequeñas flechas que tienen el aire de correr para exaltar los colores entre ellos; así, la flecha del rojo va hacia el verde-prado, la del púrpura hacia el verde naciente. En dicha figura están colocados los complementarios en los extremos de un mismo diámetro. Un color binario (compuesto de dos simples) es complementario del color fundamental que le falta, así: el anaranjado (rojo + amarillo) es complementario del azul. En el espectro solar cada color es complementario de la suma de todos los restantes: Todos los rayos luminosos del espectro reconstituyen la luz blanca.

Ya hemos dicho que la mezcla material de colores complementarios no da el blanco sino el gris, más o menos obscuro, la explicación de este fenómeno es la siguiente: mezclando polvos rojos y verdes (amarillo + azul), los primeros absorben todos los colores del espectro excepto el rojo que reflejan (I-55), mientras los polvos verdes que reflejan solo el verde, absorbiendo todos los demás, absorben el rojo, enviado por los polvos rojos, y recíprocamente los polvos rojos absorben los rayos verdes emitidos por el polvo verde y por ello la mezcla de ambos polvos coloreados no refleja ningún color o casi nada de rayos coloreados y parece negro, o gris más o menos obscuro (mezcla de blanco y negro en proporciones distintas).

Una notable aplicación en las artes tienen estos conocimientos anteriormente indicados: para hacer *colores vivos,* es menester evitar colores que contengan en su composición complementarios, que darían grises, rebajando la viveza del color franco, al contrario debe hacerse cuando se deseen obtener colores de matiz rebajado. Así, para componer un anaranjado vivo, es necesario evitar el eligir un rojo violáceo y un amarillo verdoso, porque

en estos dos matices existe azul, y como el azul es complementario del anaranjado, el anaranjado que se obtendría no podría ser un *anaranjado franco,* sino un *anaranjado violado*, que sería tanto más rebajado cuanto más azul contenga el rojo y el amarillo, es decir, cuando más violáceo fuese el rojo y más verdoso el amarillo. Si se quiere obscurecer o rebajar o como se dice en el taller del tintorero, *ensuciar*, un verde, se le puede añadir negro, pero también puede emplearse un color complementario y entonces se añadirá rojo en la proporción en la cual se necesita para formar negro.

28. **Determinación práctica de los colores complementarios.** Con los *Círculos cromáticos de Chevreul* o el Atlas de *M. Digeón,* que contiene el círculo cromático de los 72 matices francos y los nueve círculos cromáticos de matices rebajados por décimas de negro, se puede buscar qué matiz mas próximo con la muestra dada, es decir, cual es el matiz conforme a este muestrario o al menos en la misma gama, y entonces el matiz complementario está marcado por el sector diametralmente opuesto en el mismo círculo.

El *Repertorio cromático* del *P. Lacouture,* da solución idéntica a este problema: las *rosas sinópticas* del Repertorio de Lacouture son manejadas, para hallar el complementario de un color, como los círculos cromáticos de *Chevreul.* Para un matiz no comprendido en la rosa sinóptica, el *Repertorio* indica de qué manera puede llegarse a encontrar su complementario, sea por las tablas típicas de las gamas, sea por las notaciones cromáticas, que forman la parte mas original del *Repertorio.*

A. Barenne, vicepresidente de la Asociación de Antiguos alumnos de la Escuela Nacional de Artes Industriales de Roubaix, publica una de sus conferencias sobre «la Armonía de los colores en la composición de los tejidos» en la «Revue textile et des Arts Industriels», Nov. 1909, un nuevo método para hallar el complementario de un color.

Dice, el citado: «Si examinamos atentamente un tejido rojo, por ejemplo, y después de algunos minutos de examen, cerramos los ojos de manera que se produzca el efecto de la cámara negra fotográfica, qué percibiríamos? El complementario, es decir, el verde. Nosotros aconsejamos estas experiencias, que es de esperar os diviertan mucho a la par que os instruyan, ejercitando vuestro ojo.

He aquí como aconseja operar: Se toma una hoja de papel blanco, se corta en su centro un cuadrado de tres centímetros de lado. Se aplica esta hoja sobre la muestra del tejido que se quiere examinar, fijaos atentamente en el centro del cuadro durante algunos segundos, medio minuto por ejem-

plo, y cerrad los ojos, teniendo el cuidado de aplicar sobre estos la mano de manera que se obtenga la obscuridad más completa posible. Veréis aparecer en el ojo el cuadrado recortado, pero con el color complementario del color examinado. Si examináis una muestra teñida de rojo, aparecerá luego en el ojo un cuadrado verde. El examen de una muestra azul, hará aparecer un cuadrado anaranjado y así sucesivamente (Fig. 9). Cuando más compuestos son los matices, más son obscurecidos o aclarados, y más perspicacia visual se necesita para encontrar su color complementario. Los matices binarios fácilmente se encuentran sus complementarios, la dificultad aumenta para los matices terciarios.

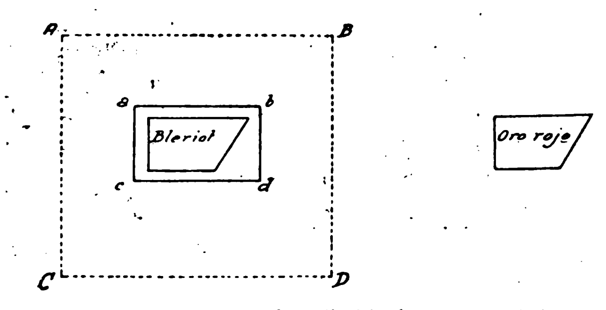


Fig. 9.—Esquemas para el estudio del color complementario

29. **El disco rotatorio.** *(Le disque tournant) de M. Rosenstiehl. Maxwell,* fué el primero que empleó el disco rotatorio para efectuar medidas de los colores, usando entonces papeles teñidos. Para estos discos el blanco puede ser obtenido muy brillante, pero el negro no se aproxima tanto al tipo ideal. Una feliz idea tuvo *Rosenstiehl* creando un disco rotatorio en el cual un negro, relativamente absoluto, substituye a los sectores ennegrecidos de *Maxwell*. Este negro no es otro que la superficie de un agujero circular practicado en una caja de terciopelo negro y en cuyo centro viene a ajustar el eje de rotación sobre el cual se fija por medio de una tuerca, los sectores de los colores destinados a las experiencias. Esta disposición puede simplificarse suprimiendo el sector del negro y reemplazándolo por la obscuridad. Esto permite el análisis de los más bellos negros que puede producir el tintorero.

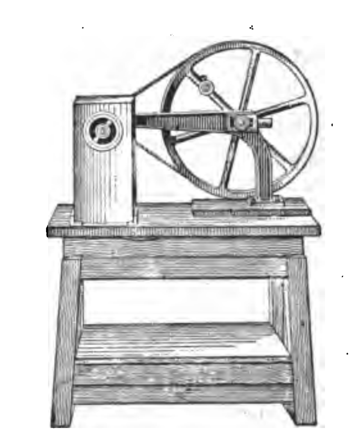


Fig. 10.—El disco rotatorio de M Rosenstiehl.

El aparato (Fig. 10) que es muy sencillo, permite poner en rotación, más

o menos rápida, discos que presentan sectores negros, blancos, grises y de diferentes matices, para el estudio de los colores y en particular de los complementarios. Consta el aparato de una caja rectangular, sólidamente fijada, de partes interiores negras: presenta en la parte anterior una abertura circular que da la sensación del negro absoluto. Un eje horizontal, perpendicular al plano de esta abertura, pasa por un centro, atraviesa la caja y pueda recibir por la parte posterior un movimiento muy rápido con la ayuda de una cuerda, de una rueda provista de manivela, que arrastra en su movimiento los discos y los sectores, todos agujereados en su centro y fijos a la parte anterior del eje. Tal es la disposición mecánica que permite estudiar todas las mezclas de sensaciones coloreadas con la ayuda del contraste rotatorio.

El negro ya digimos anteriormente como se obtiene en este aparato. El blanco tipo lo fija *Rosenstiehel* con el blanco de barita, como el cuerpo más absolutamente blanco que se puede obtener, que rivaliza con el blanco de la nieve y es más blanco que la tela o la porcelana blanca que siempre la acompaña un ligerísimo tinte amarillo, azulado o gris. En cuanto a los colores, ocupan, como en el espectro sectores desiguales: el rojo, violeta y azul son muy extensos; el paso del rojo al anaranjado y al amarillo verdoso es muy rápido, estando a penas representado el amarillo.

30. **Las gamas de los colores y la intensidad de la coloración en el disco rotatorio.** Llámase *intensidad de coloración* de un color o su *intensidad específica* la cantidad absoluta de color puro qué ella difunde por unidad de superficie. En las mezclas que se hacen en el disco rotatorio, la intensidad de un color varía con el ángulo del sector bajo el cual se le emplea. Formemos en el disco rotatorio la gama de un color disponiendo, de una parte, en diez tonos equidistantes, del color saturado al negro, y de este mismo color saturado de blanco, igualmente en diez tonos equidistantes. Dos tonos de esta gama que lleven el mismo número de orden serán de igual intensidad de coloración, habiendo sido formados con sectores iguales del color saturado.

Pero, las intensidades absolutas de estos dos tonos serán muy diferentes: el *negro* no añade nada a la mezcla, mientras que el *blanco* aporta a ella, al contrario, su potencia luminosa propia y la *intensidad absoluta* de la mezcla será la suma de la intensidad específica del sector del color y de la intensidad luminosa del sector blanco. Es necesario no perder de vista esta distinción, tanto más cuanto que en las experiencias en las cuales solo se

toman en consideración las intensidades de coloración (y tal sucedería casi siempre) y se descuidaría el blanco y el negro en los cálculos.

Para precisar bien las ideas añadiremos aun que, la mezcla de un sector constante de un color, con proporciones tan variadas como se quiera de blanco y negro, no producirán sino tonos y matices que tendrán la misma intensidad específica, en tanto que su intensidad absoluta variará hasta el infinito.

Si, por otra parte, se hace variar el ángulo del sector de color al mismo tiempo que el blanco y el negro, se obtiene el *grupo* completo de este color compuesto de una infinidad de series que se diferencian por su intensidad de coloración.

La mezcla de las sensaciones de un color con las del blanco, por una parte y las del negro por otra producen la gama de este color entre el negro y el blanco.

Si por medio del disco se mezcla este color al negro absoluto en proporción creciente se forma la *gama rebajada*. Es una experiencia de las más hermosas que se pueden hacer. Estas gamas rebajadas ofrecen tonos de una riqueza incomparable que sobrepasa en mucho al de los colores más profundos sobre terciopelos de seda.

Al contrario de lo que sucede con el negro, el color, palideciendo, pierde su sabor. La sensación coloreada acaba por desvanecerse bajo el efecto de la intensidad considerable del blanco.

Para determinar experimentalmente la intensidad relativa de dos colores, elegidos arbitrariamente en las gamas dichas, que solo difieren en las cantidades de color, de blanco y de negro, que ellos contienen, se les reproduce por tanteos en el disco rotatorio, con las mezclas que se quieran de estos tres elementos; se mide el ángulo del sector del color que se necesita emplear para cada uno de ellos y se deducen las superficies del blanco y del negro. La relación de estos ángulos dará el de las intensidades específicas.

Se deducirá también, de una manera sencilla, de estas medidas, la intensidad de estos dos colores con relación al de la unidad, es decir, del color puro del cual se han empleado los segmentos en la anterior experiencia. De aquí en adelante nos referiremos al emplear la palabra *intensidad* sin otro calificativo, a la *intensidad de coloración* o *específica*.

Análisis del tratado de *Rosenstiehl* «Optica fisiológica» por *Albert Scheurer* (R. G. de matieres colorantes, de la teinture, de l' impresión et des apprêts) 1 Junio de 1913.

31. Examen del Círculo cromático de Chevreul y determinación, según Rosenstiehl, de los colores fundamentales que conviene adoptar. La experiencia demuestra que dos de los colores considerados como primarios por *Chevreul*, son complementarios: el *azul* y el *amarillo*. Estos colores están colocados sobre el círculo cromático de *Chevreul* a los extremos de una cuerda que subtiende un arco de 120 grados ($^1/_3$ de la circunferencia). Sobre este arco están repartidos los colores intercalados entre el azul y el verde, el verde y el amarillo, en sus 24 números que representan los complementarios de los 48 restantes, repartidos en los dos tercios del círculo, pasando por el rojo (Fig. 11).

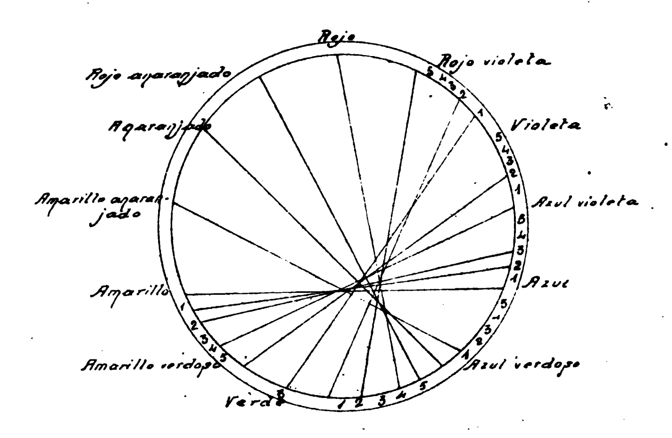


Fig. 11.—Esquema de M. Rosenstiehl para el estudio de los colores fundamentales y complementarios.

El *primer par*. Entre el amarillo y el azul se encuentra el *verde*, que no puede ser obtenido por la mezcla de aquellos, correspondiendo necesariamente a una sensación fundamental. Para precisar la posición, ya que hemos elegido entre 19 colores de este nombre, es necesario recordar que este verde debe dar, con un segundo color colocado entre el azul y el azul violeta, la totalidad de los colores del círculo cromático, produciendo la menor cantidad posible de la sensación de blanco. Este verde estará pues colocado a igual distancia de los complementarios de los dos grupos de colores.

Si se tiene en cuenta que los complementarios de los 19 colores que se extiende desde el rojo al anaranjado amarillo no ocupan en el círculo más que cuatro números consecutivos, o sea del 4° verde al 6° verde azul, se ve que no quedan al problema muchas soluciones. Por otra parte, los

complementos del azul al azul violeta, se extienden desde el amarillo al 4º amarillo. Entre los dos grupos de complementarios hay un intérvalo de 10 números, cuyo punto medio está ocupado por 3º o el 4º amarillo verde. El primer par así determinado es el tercer amarillo verde y el primer violado.

El *segundo par*. Debe comprender un violeta azul y su complementario. Este violeta azul debe producir con el tercer amarillo verde los colores intermedios, o sea el verde, el verde azul y el azul, produciendo la menor cantidad posible de sensación de blanco. Estará, pues, a igual distancia entre el complementario del tercer amarillo verde que es el primer violeta y del grupo complementario del rojo al anaranjado amarillo, es decir, del 4º violeta al 1º verde azul, hay allí 20 colores. El medio es el 3º o 4º azul, cuyo complementario es un amarillo, situado entre el 1º y 2º amarillo.

El *tercer par*. El complementario del tercer color está a igual distancia entre el 3º amarillo verde y el 3º azul. Este color es el verde azul cuyo complementario es el anaranjado.

Los *tres pares* de colores equidistantes a la vista son pues: El *anaranjado* y su complementario el *verde azul;* el *tercer amarillo verde* y su complementario el *violado;* el *tercer azul* y su complementario el *amarillo entre 1 y 2*. Estos colores pueden colocarse sobre un círculo a una distancia de 60º y se tienen así fijados seis puntos del círculo cromático basado sobre la equidistancia de las sensaciones.

El Círculo de *Chevreul* es un círculo fisiológico sobre el cual los colores están equidistantes a la vista. *Rosenstiehl,* según hemos dicho, ha demostrado que el tercio de este círculo encierra todos los complementarios de los otros dos tercios. Ha determinado, por otra parte, los verdes complementarios de muchos rojos del círculo de *Chevreul* y ha comprobado que estos rojos tenían como complementario un solo y mismo matiz del verde. Se deduce que el ojo humano no presenta la misma sensibilidadad para todos los colores y que un círculo cromático, en el cual los complementarios figuren en la extremidad del mismo diámetro, no ofrecería la equidistancia fisiológica de los colores.

Una figura que representara exactamente los fenómenos debiera responder a las condiciones siguientes: 1.º Equidistancia de los tres fundamentales: 2.º Complementarios colocados en las extremidades del mismo diámetro: 3.º Substitución de la equidistancia de los colores a la vista por su equidistancia angular: 4.º Permitir la medida gráfica de la intensidad de cada color: 5.º Dar cuenta del fenómeno de la desigual sensibilidad del ojo para los diferentes colores.

M. Rosenstiehl, ha sido bastante afortunado en la resolución de este problema, adoptando el triángulo de *Joung* (Fig. 12). El coloca sobre cada uno de los vértices uno de los tres colores fundamentales. La circunferencia circunscrita lleva los colores del círculo cromático de *Chevreul,* pero dispuestos de tal manera que los complementarios no se encuentran en la extremidad del mismo diámetro. Finalmente, una segunda circunferencia de más gran diámetro marca la colocación de los colores del espectro.

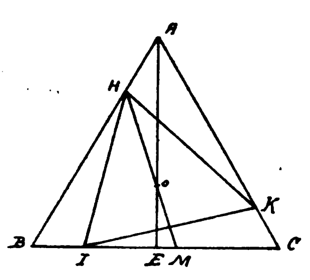


Fig. 12.—Triángulo de Joung

Se concibe fácilmente que las cuatro primeras condiciones se encuentran así realizadas en esta construcción. En cuanto a la quinta, la desigual sensibilidad del ojo para la distinción de los matices, se encuentra allí también. Diríjase la vista a la figura 13 y se verá que el anaranjado, el 3° azul y 3° amarillo verde, ocupan los vértices, la distancia que separa el rojo del anaranjado sobre el lado del triángulo representan 10 colores del círculo de *Chevreul,* en tanto que la parte interceptada por los complementarios es mucho más pequeña.

La experiencia ha permitido a *Rosenstiehl* confirmar la ley de las intensidades tal como se deduce lógicamente de la teoria de *Joung.*

La intensidad de un color resultante de la mezcla de dos fundamentales se mide efectivamente por la línea que une el centro de la figura 13 al punto ocupado por este color en el lado del triángulo, tomado por unidad del radio de la circunferencia circunscrita. La longitud de este radio es la medida de la intensidad de los colores fundamentales.

Rosenstiehl, en su citada obra «Optica fisiológica», da la tabla de sectores de los colores fundamentales que es necesario emplear para reproducir cada uno de los 72 colores del círculo cromático de *Chevreul* por medio de los tres colores fundamentales que el escogió.

El diagrama que traduce la teoría de *Joung,* figura 12, es un triángulo equilátero *A B C,* en cada vértice hay colocado un color fundamental. Sobre los lados se encuentran colocados los colores intermediarios.

Se trazan las tres medianas. Sea *O* su punto de intersección, las tres líneas *OA, OB* y *OC,* son iguales como radios del círculo circunscrito. Sus longitudes representan las intensidades iguales de los tres fundamentales. En cuanto a los colores intermedios, cuya colocación está marcada sobre los lados del triángulo, su intensidad es medida por la línea que une el cen-

tro de gravedad (punto de concurrencia de las medianas) al punto que ellos ocupan.

La mezcla de las coloraciones de dos fundamentales engendra colores de

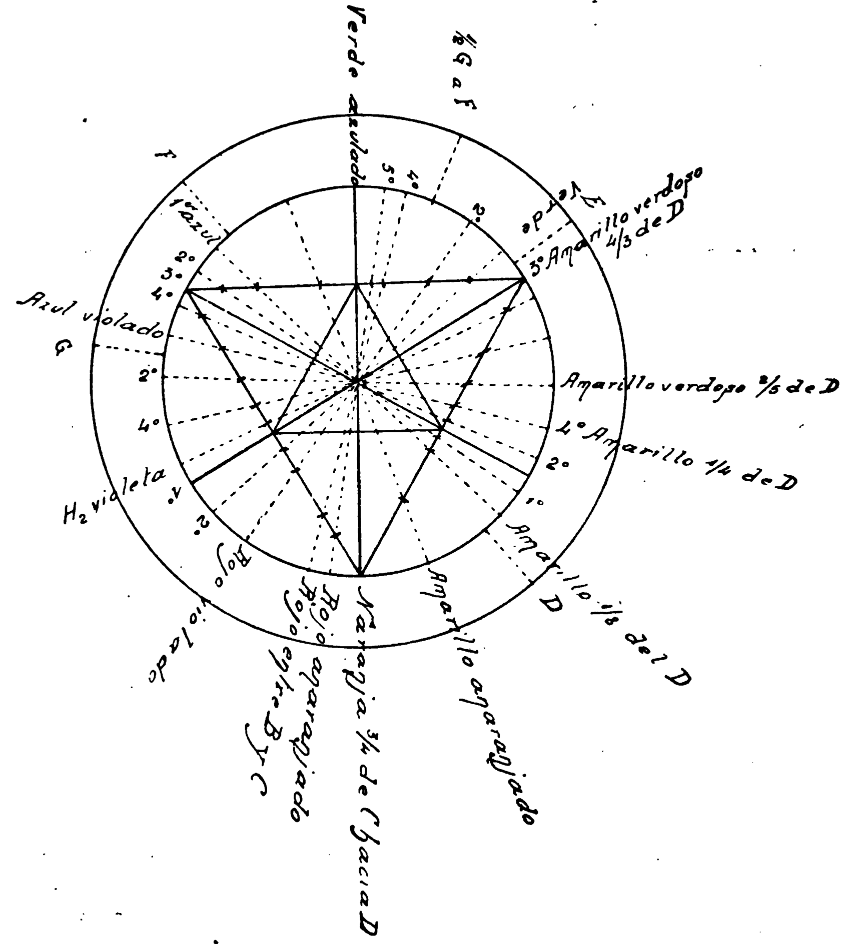


Fig. 13.—Esquema de los colores, de Rosenstiehl

intensidad mas débil y el mínimo de intensidad de estas mezclas se encuentra en medio de los lados del triángulo. Hay allí tantos colores equidistantes a la vista y de igual intensidad que se pueden inscribir triángulos equiláteros en el triángulo *A B C*. Pero su intensidad será siempre inferior a la de los tres colores que ocupan los vértices del gran triángulo *A B C*.

Ademas, los colores intermedios, colocados sobre los lados de estos triángulos secundarios, serán de intensidad inferior a la de los colores colocados sobre los lados del triángulo *A B C*.

De todo lo cual se deduce que, si la teoría de *Joung* es verdadera, se puede sacar esta consecuencia: «Mezclar dos colores es debilitar la coloración».

32. **Determinación de la intensidad de un color H' no fundamental por la relación con los colores fundamentales A y B que sirven para reproducirlo.** Recordemos, ante todo, que los dos fundamentales son, por hipótesis, de la misma intensidad.

La medida se ejecuta con los discos rotatorios, para ello se preparan algunos grandes sectores coloreados por el color H', operando como para la determinación de la distancia angular de los colores: Un pequeño disco hendido del color A y otro del color B, enganchado el uno al otro; se coloca este sistema delante de los sectores de color H' de un diámetro mas grande; se añade un sector blanco, después se busca por tanteos los ángulos de los sectores A y B, y los de H' y el del sector blanco, hasta que se haya obtenido la identidad de aspecto de los dos discos concéntricos y se leen los ángulos de los sectores (se reducen a centésimas) y se tiene

$$\left.\begin{array}{l}\text{Color B} - 20\\ \text{Color A} - 80\end{array}\right\} 60 \text{ Color H'} + 5 \text{ blanco}$$

Rosenstiehl no tiene en cuenta, en este cálculo, la sensación del blanco. El primer número de esta ecuación da la posición del color H' sobre el el lado A B, sea H esta posición, el segundo número será la intensidad. El color H (que resulta de la mezcla de A y B) tiene por intensidad 0'60 de H', H = 0'60 H'.

Ahora bien, H puede ser calculado después por construcción; las intensidades de los colores son proporcionales a su distancia del centro O (Fig. 7). Tomando por unidad la distancia A O, tendremos pues, $H = \frac{OH}{AO}$. Se mide el triángulo $\frac{39}{58} = 0'72$, de donde H' = 1'2, próximamente, tomando por unidad la intensidad de A.

La construcción da, como se ha visto, el medio de determinar la intensidad de un color por su relación con otro tomado como unidad, resultado científico que, hasta estos trabajos de *Rosenstiehl,* no había podido aun obtenerse.

33. **Analizador de colores «Kallab».** «L' Harmonie des coleurs por F. V. Kallab», R. M. C. y de T. E. y Ap. Febrero 1914. Sirve este aparato para poner en evidencia, de manera sencilla y sistemática, el papel substractivo de la mezcla del color en la absorción de los rayos luminosos.

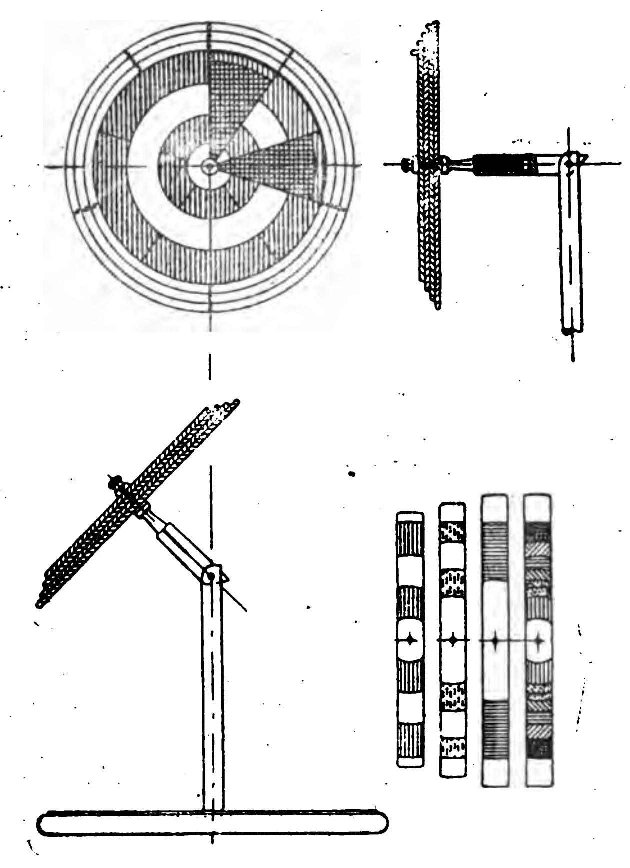


Fig. 14.—Analizador de colores Kallab

Con él se puede analizar y sintetizar las mezclas de colores y permite determinar las armonías de estos sobre bases científicas y positivas y por último, pueden con él resolverse otras cuestiones del dominio de los colores, pudiendo por ello asignarle el nombre de *Aparato universal* para el análisis de los colores (Fig. 14).

Este *analizador*, lo compone tres discos de diferentes espesores, transparentes, que giran alrededor de un eje común. Cada uno de estos discos

presenta, en diez sectores de círculo, gradaciones de un mismo color primario saturado: teniéndose así, un disco rojo, uno amarillo y otro azul, las gradaciones llevan en el borde los números del 1 al 10, este último designa el más obscuro. Además de estos tres discos existe un cuarto, gris, al cual comprende 20 sectores, con 10 gradaciones de gris, cada uno, alternando con los sectores no coloreados. Todas estas gradaciones de tinte están muy exactamente establecidas. Hay que notar que cada sector del círculo no está tintado uniformemente del centro a la periferia, sino que presenta, a partir del centro, una parte incolora, una tintada, otra incolora, una nueva parte tintada, resultando en realidad dos anillos coloreados cuyo ancho es variable para cada uno de los discos rojo, amarillo y azul, lo cual permite superposiciones variables.

El disco azul está fijado al extremo de un eje orientable, los discos rojo, amarillo y gris, están colocados sobre él y se les puede hacer rodar alrededor del eje común por medio de botones fijados sobre el lado. Todo el sistema completo está apretado por un tornillo que reune el conjunto de discos.

Este aparato, se encontrará al estado que llamamos de *reposo* si los mismos números de cada color están superpuestos. El aparato con siete anillos concéntricos, contiene 70 matices coloreados, de claridad diferente; en los anillos 1, 3 y 5 están las gradaciones de los colores primarios, en el 2, 4 y 6 las gradaciones de los colores secundarios y en el 7 anillo el matiz de mezcla de los colores terciarios, o sea del negro empezando por un gris muy claro.

En el interior de cada sector los colores aparecen en el orden de los colores del arco iris en los cuales falta el índigo, que no es un color puro, sino apagado. Los colores complementarios son también visibles y cada sector establece la composición de los colores terciarios apareciendo en el séptimo anillo. Así se ve al lado del color mismo de la mezcla sus constituyentes propios, en sus proporciones exactas determinables según las cifras de la pared.

Las muestras de papel, sirven sobre los discos como *ventanas de colores,* permitiendo ver secciones separadas del cuadro completo de los colores. Una primera ventana permite ver sectores completos, los colores primarios, secundarios y terciarios y los constituyentes de estos; una segunda da solamente los colores complementarios, y, utilizando el disco gris, al lado del complementario puro, el complementario cortado por el gris. Una tercera ventana *combinada* permite la separación de un solo color a voluntad.

El aparato puede desde luego montarse sobre un matiz dado como base

para desplazar los discos; por cada desplazamiento de la gama de los rojos, aparece en las gamas de anaranjados y violados diez nuevos colores, todo como en las zonas externas de mezcla. Si la gama de los amarillos es sola la desplazada aparecen matices en la gama anaranjada (pero en orden invertido) en la gama verde y en la zona de mezcla. Si se desplazan las dos gamas juntas, aparecen tonos nuevos de colores reunidos por fuera de la zona de mezcla. Pero se obtiene la más gran diversidad de tintes de mezcla desplazando estas gamas de intérvalos distintos a partir del origen.

Se puede, operando sistemáticamente, a partir de los 70 colores del principio, al estado llamado de *reposo*, 300 colores secundarios y 1880 colores terciarios, o sea al total 2250. Se puede deducir inmediatamente su composición de los números relativos a los sectores y marcados a su alrededor.

Por la aplicación de una ventana de colores, se puede aislar por el ojo los colores solos. Vemos, por ejemplo, un pardo que se compone de $^4/_{10}$ de rojo, $^9/_{10}$ de amarillo y $^1/_{10}$ de azul. Podemos naturalmente determinar muy exactamente los colores secundarios, por ejemplo, el rojo violado compuesto de $^6/_{10}$ de rojo y $^2/_{10}$ de azul, y también los colores primarios, por ejemplo $^3/_{10}$ de rojo. El número de colores que podemos obtener todavía es aumentado por el empleo al mismo tiempo de la gama del gris.

Puesto que de esta manera las diferentes coloraciones pueden ser determinadas y calculadas con precisión según sus mezclas, el aparato permite establecer una nomenclatura internacional de los colores, y en efecto ha sido propuesta con este fin por el profesor *Dr. Waetzoldt* al IX Congreso Internacional de la Historia del Arte, de Munich.

El pardo citado anteriormente por R_4 Am_9 Az_1, cada práctico podría reproducirlo y cada dueño de un *analizador de colores*, podría encontrar su fórmula y pedirlo telegráficamente. El número ya indicado de tonos es suficiente para la práctica.

Una nueva utilizacion del aparato se obtiene con el empleo de la gama de los grises, la cual cumple los siguientes fines:

1.° Aumentar el número de tonos definibles por el aparato. Puesto que la gama gris puede ser designada, así como el gris de la zona de mezcla, como una mezcla en cantidades equidistantes de rojo, azul y amarillo, se puede considerar en el cálculo, su empleo accesorio, como una adición de más o menos grandes cantidades de estos colores fundamentales.

Cuando por consecuencia los colores de la zona de mezcla particularmente mas claros no convienen ya, la gama gris permite en muchos casos

aproximar suficientemente el tinte dado. O bien se ha recurrido a las gamas de los seis colores principales que, añadidos a uno de los matices de la gama de los grises, darán el matiz deseado.

Se llega así a aproximarse lo más a la verdad. Pero, donde la gama del gris se hace indispensable es en el establecimiento de los diferentes matices apagados (terne) de un color puro. Cuando, por ejemplo, un anaranjado compuesto de R_4, Am_8, está apagado (obscurecido o empañado) por el número 1 de la gama gris, se compone de cantidades mínimas de $^1/_{60}$ de rojo, amarillo y azul, que corresponden a

Anaranjado	$^4/_{10}$ amarillo $^8/_{10}$ rojo	$^1/_{60}$ amarillo $^1/_{60}$ rojo $^1/_{60}$ azul	es análoga a	$^{25}/_{60}$ rojo $^{49}/_{60}$ amarillo $^1/_{60}$ azul

2.° El examen de las equidistancias que existen en las representaciones de los colores terciarios de mezcla por los dos métodos mas importantes siguientes

a) Mezclando colores primarios más o menos puros o bien de un color primario y uno secundario.

b) Rebajamiento (o obscurecimiento) de colores primarios o secundarios más o menos puros por adición de negro, en la especie gris.

Por ejemplo, un color sobre tejido, compuesto a partir de colorantes por la mezcla de: $^4/_{10}$ rojo, $^6/_{10}$ amarillo, $^1/_{10}$ azul, es obtenido por los métodos gráficos con un anaranjado (por ejemplo, del cromo anaranjado) obscurecido con una cantidad determinada de negro, comparable al gris convenientemente obscurecido:

$^4/_{10}$ rojo $^6/_{10}$ amarillo $^1/_{10}$ azul	dan un pardo	Anaranjado	$^3/_{10}$ rojo $^5/_{10}$ amarillo	dan un pardo que no necesita más que una ligera corrección para resultar idéntico al anterior pardo.
		Gris. . .	$^1/_{10}$ rojo $^1/_{10}$ amarillo $^1/_{10}$ azul	

34. **Tricolorímetro de M. K. Mayer** *(Farber Zeit-1912). Mayer,* indica un procedimiento nuevo con su *aparato tricolorimétrico* para medir los colores que componen otro que se quiere analizar. Comprende

este aparato 4 buretas graduadas y un vaso de reacción. En estas buretas se introducen respectivamente: 1.° Una solución de 54 gramos de rodamina G en 100 cm^3 de alcohol y 900 cm^3 de agua: 2.° Una solución de tioflavina T en 1000 cm^3 de agua: 3.° Una solución de azul de metileno B B en 1000 cm^3 de agua: 4.° Agua pura. Se dispone así de tres colores fundamentales: rojo, amarillo y azul, cuyas soluciones se mezclan o diluyen hasta obtener el color que se trata de apreciar, hasta que la igualdad del matiz se obtenga, entonces se expresa el color que se ha determinado por el número de centímetros cúbicos relativos que se ha necesitado mezclar. Así es como el negro, se obtiene por la mezcla de volúmenes iguales de las tres soluciones anteriores, y se expresará su composición por la fórmula $R_{100}\ Am_{100}\ Az_{100}$.

35. **Perspicacia visual.** *Educación del sentido.* La agudeza visual con relación al color depende de la perfección de los órganos que en el fenómeno de la visión intervienen. La repetición de actos bien dirigida, perfecciona el instrumento y afina la función. La gimnástica visual, educa el sentido: es ley biológica.

Chevreul, ha observado que un hombre de aparato visual bien constituído, pero no ejercitado, puede diferenciar de treinta a treinta y cinco matices de un mismo color, a lo que llamó *gama de tonos;* en tanto que el ojo hábil y educado de ciertos tintoreros pueden diferenciar hasta cincuenta. Es de recomendar, pues, el ejercicio del sentido para adquirir perspicacia visual. Puede esto lograrse mediante un fajo de muestras coloreadas que proporcionan las fábricas de colorantes a las tintorerías, para la propaganda de sus productos industriales, cuyas muestras se mezclan como las cartas de una baraja, y el educando arregla, seriando en gama de colores, siguiendo la gradación de matices, dentro del mismo color y en orden de los colores del espectro solar. Violeta, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo, formando seis montones o pilas de estos seis colores y después, tomando cada montón por separado, se arregla la gama de violetas empezando por el violeta mas rojo para acabar con el violeta mas azulado; para el segundo, se principia por el azul mas puro hasta terminar por el azul mas verdoso y así sucesivamente para los demás montones de muestras coloreadas.

En cada montón se encuentran gamas de grises, es decir, matices más o menos rebajados, así como el gris violáceo, los grises azulados, los grises verdosos, hay que numerar cada muestra, mezclarlas de nuevo y volver a empezar la misma operación de seriarlas.

Repitiendo varias veces y muchos días esta operación se adquiere la agudeza visual, y si se examinan las muestras a la luz del sol y a la acción de diversas luces artificiales se observará que las secciones y grupos que se hacen en cada caso no son los mismos, y que hay que cambiar algunas muestras de un montón a otro; así se colocará, por ejemplo, tal muestra azul, en la gama de los verdes y recíprocamente ciertos verdes en la gama de los azules, por la acción de la diferente iluminación.

Para continuar estos ejercicios gimnásticos del sentido hay que repasar las muestras numeradas y seriadas a la luz natural y después de clasificadas un día, al siguiente habrá ocasión de rectificar, a menudo, la ordenación, afirmando cada vez más el sentido y perfeccionando la agudeza de observación.

36. **Valor industrial de los procedimientos y sistemas actuales, de medidas y denominación de coloraciones.** (Zeitschrift für angew, Chemni, 1914). El *Dr. Paul Krais*, ha hecho un verdadero estudio sobre estas materias, del cual tomamos lo que más interesa a nuestro objeto.

La coloración de los cuerpos, solo podemos exponerla por comparaciones, ya que el diccionario, no tiene palabras especiales para nombrar los diferentes e infinitos matices de color, ni hay hasta hoy un sistema aceptado de nomenclatura aplicable a la expresión del color que los cuerpos presentan.

Solo poseemos como palabras propias que expresen los colores y principales: blanco, gris, negro, amarillo, verde, azul, rojo y pardo; empleamos después palabras tomadas de la denominación de otros cuerpos, como: anaranjado, rosa, lila, violeta. Para distinguir matices, empleamos combinaciones de ellas, pero muy insuficientes, como azul verdoso, azul claro, rojo pardo, rojo obscuro; y otras veces nos referimos al matiz de ciertos objetos, como blanco de plata, rojo escarlata, amarillo de limón, rojo cereza, azul celeste, blanco de nieve, amarillo de oro, verde de mar, blanco de creta, etcétera. En pintura se tienen denominaciones mas fijas, como: azul de cobalto, rojo de estaño, amarillo de cadmio, etc.

Así, para poderse entender, en tintorería, se ha buscado la forma de definir el matiz, por un nombre, y en el comercio de materias colorantes ya se expresan los matices de algunos de ellos por letras o números, así, por ejemplo, el violeta de metilo, se define en el comercio, entre sus diferentes marcas, el paso del azul violado al violeta rojo por las letras B a 6 B y 3 R, 2 R a R.

Las fábricas de *Dolfus, Mieg y C.ia*, de Mulhouse, han hecho un ensayo para la denominación de los matices de sus colorantes. Han establecido 500 matices en cinco tonos (muy obscuro, obscuro, medio, claro y muy claro) dando a cada matiz principal un nombre característico. Por ejemplo, tienen, 25 grises diferentes de cinco tonos cada uno, o sean 125 tonos. Sus nombres son poéticos como por ejemplo llaman los 15 rojos: Rojo aurora, Burdeos, Cardenal, Cereza, Cornizola, Escarlata, Etrusco, Frambuesa, Geranio, Granate, Grosella, Mandarina. Maroquín, Turco y Vermellón.

Las dificultades encontradas para que todas las fábricas admitan una misma denominación, hacen que estas presenten muestrarios, con materias tintadas con diversos matices, numerados, pero ello no aprovecha más que para entenderse los clientes con una sola fábrica y dificulta la libre concurrencia, y por consecuencia el progreso.

CAPITULO II

Del contraste y de la armonía de los colores

37. **Imágenes consecutivas coloreadas.** *(Beaunis, Physiologíe humaine).* «Si durante algún tiempo se fija la mirada sobre una *cruz roja* colocada sobre fondo negro, por ejemplo, y luego cerramos los ojos, se ve una imagen consecutiva *roja de la cruz;* la imagen en este caso, es *positiva y homocroica,* es decir, del mismo color que el objeto. Si en lugar de cerrar los ojos, se dirige la vista en seguida a un papel blanco, se ve entonces una *cruz verde;* la imagen consecutiva es *complementaria,* es decir, que tiene el color complementario del de el objeto antes mirado.

Las imágenes consecutivas, son *positivas* cuando tienen la misma intensidad que la imagen primaria del objeto; *negativas,* cuando ellas tienen menos intensidad luminosa. Las imágenes homocroicas son siempre positivas; las imágenes complementarias pueden ser positivas.

Se llama *luz primaria* o *inductriz* la que impresiona en primer lugar la retina y da lugar a la imagen consecutiva; así en el caso antes indicado, es inductriz la luz de la cruz; y *luz reaccionante* o *modificatriz* la que obra sobre la retina, después que esta ha sido impresionada por la luz primaria; así, en el mismo caso, la luz blanca del papel. Se puede, pues, distinguir las imágenes consecutivas *directas* que resultan de la acción primitiva de la luz inductriz, y que son siempre positivas, y las imágenes consecutivas *modificadas,* que pueden ser positivas o negativas.

La teoría para explicar más satisfactoriamente las *imágenes consecutivas coloreadas,* es la de *Fechner,* adoptada por *Helmholtz* y que concuerda con lo establecido en la teoría de *Joung.* En esta teoría todos los fenómenos se explican por dos propiedades de la retina, por la *persistencia de su excitación* y por la *disminución de su excitabilidad por la fatiga.* Las imágenes consecutivas positivas en la obscuridad son debidas a la primera

propiedad, la persistencia de las impresiones sobre la retina; las imágenes complementarias son debidas a la pérdida de excitabilidad de los elementos de la retina impresionables por el color inductriz y a la persistencia en la excitabilidad de los elementos impresionables por el color complementario del color inductriz.

Los objetos blancos, producen también imágenes accidentales coloreadas y estas imágenes presentan modificaciones de los colores muy variadas, descritas bajo el nombre de *fases coloreadas* de las imágenes accidentales. Se las observa sobre todo después de haber sometido la retina a una luz intensa, y han sido descritas por *Fechner* y otros. Estas fases coloreadas se observan también con los colores saturados pero son menos marcadas, lo mismo sucede para las apariencias coloreadas que se observan haciendo rodar, con bastante rapidez, para obtener una sensación contínua, los discos rotatorios de sectores negros y blancos. Todos estos fenómenos se explican, en su mayor parte, por la *teoría de Fechner,* siendo suficiente admitir tan solo que la marcha de la excitabilidad no es la misma para las fibras correspondientes a cada color fundamental. *Plateau* y *Monoyer,* han establecido otras teorías para explicar estos fenómenos.

38. **Del contraste de los colores.** Si se miran dos colores colocados uno al lado de otro producen una impresión, en conjunto, distinta que si se observan cada uno de ellos separadamente. *Bruke* designa con el nombre de *color inducido* al color que es producido por el efecto modificador de un color vecino, y *color inductriz* al que bajó su influencia se produce la modificación.

La ley del contraste es muy general abarcando, no solo la esfera de la sensación y la representación psíquica, sí que también la del sentimiento. Un color hacer resaltar mas al otro cuando más contrario, si con el se contrasta (colores complementarios), como en la vida afectiva, el placer y el dolor que son los polos opuestos que la siguen: uno a otro se resaltan: En la naturaleza la noche sucede al día.

Al inmortal *Chevreul,* debemos el haber querido resolver todos los problemas relativos a los colores y a sus mezclas y relaciones, intentando reducir a leyes todas estas delicadas cuestiones. Desde la antigüedad dejóse todos estos asuntos para que los resolviera la inspiración, el gusto artístico, la moda, el capricho veleidoso, amparados en el refrán popular «de gustos no hay nada escrito» «de colores no cabe discusión», pero aquel célebre tintorero y hombre de ciencia, de gran cultura y de espíritu analítico extraordi-

nario, encauzó estos temas por la vía científica, mirándolos bajo el prisma de la filosofía de los fenómenos naturales.

Las leyes del contraste de los colores y las reglas de la armonía de los colores, por él establecidas, principalmente, disciplinaron el gusto y dirigieron al artista por el camino de la lógica y de la ciencia física para dar solución a los problemas del color, guiando con sabias reglas al práctico tintorero en su labor, al estampador en el taller y al industrial en la fábrica de tejidos.

La visión simultánea o sucesiva de dos colores distintos modifica estos colores: los dos colores se contrastan y aprecia la vista, en aquel momento, la mayor divergencia que entre ambos existe, arrojando un color sobre el otro su complementario, avivándole, sube los tonos claros, y hace palidecer los obscuros.

Cuando la visión de los colores es al mismo tiempo, es decir, que percibimos a los dos coexistiendo en contigüidad, el contraste se llama *simultáneo*. Si el efecto recae por la visión de un color después de la percepción del otro, cuando la impresión de este todavía no ha desaparecido de la retina, el contraste es *sucesivo*.

39. **Contraste simultáneo.** Dos colores yustapuestos se impregnan mútuamente de una parte del color del otro. Si colocamos un rojo en contacto con un anaranjado, es como si pusiéramos cuatro partes de rojo del color primario (Fig. 2) con dos partes de rojo y dos de amarillo (cuatro de anaranjado) y resultará que las cuatro partes de rojo dominarán a las dos de rojo que contiene el anaranjado y este perdiendo parte del rojo aparecerá mas amarillo, y el rojo tomará parte del complementario del amarillo, es decir, el violado.

Examinemos la figura 2 que nos hará comprender este fenómeno. Rojo A yustapuesto con anaranjado F, el anaranjado tira (atrae con fuerza) al amarillo; es necesario apoyarse a la derecha hacia el ángulo amarillo C; frente al amarillo está el cuadrilátero violado D que indica que el rojo tira al violeta.

Es necesario ir a la figura para encontrar la influencia en oposición a los colores yustapuestos; así, para los dos colores arriba indicados antes, no se debe ir hacia el anaranjado para encontrar el matiz que va a tintar el rojo, sino hacia el azul; lo mismo hay que hacer para el anaranjado, no hay que ir hacia el rojo sino a la parte opuesta, hacia el amarillo. Si se examina bien la figura 2, se observará con qué facilidad se encontrará la influencia

de los colores yustapuestos. Los colores yustapuestos son siempre impregnados del complementario del otro.

Estos contrastes se observan igualmente con el negro, blanco o el gris. La tabla que sigue, establecida por *Chevreul*, será mas comprensible, gracias a la figura 2.

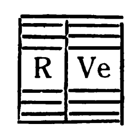
CON BLANCO		CON GRIS		CON NEGRO	
Rojo A y blanco	Parece más brillante y obscuro. Parece verdoso E.	Rojo A y gris	Parece más puro y brillante. Parece verdoso E.	Rojo A y negro	Parece más claro. » verdoso E.
Anaranjado F y blanco	Parece más brillante y obscuro. Parece azulado B.	Anaranjado A y gris	Parece más puro y brillante.. Parece azulado B.	Anaranjado F y negro	Parece más claro. » azulado B.
Amarillo C y blanco	Parece más hrillante y obscuro. Parece violado D.	Amarillo C y gris	Parece más puro y brillante. Parece violado D.	Amarillo C y negro	Parece más claro. » violáceo D.
Verde E y blanco	Parece más brillante y obscuro. Parece rojizo A.	Verde E y gris	Parece más puro y brillante. Parece rojizo A.	Verde E y negro	Parece más claro y amarillento. Parece rojizo A.
Azul B y blanco	Parece más brillante y obscuro. Parece anaranjado F.	Azul B y gris	Parece más puro y brillante. Parece anaranjado F.	Azul B y negro	Parece más claro. » rojizo F.
Violado D y blanco	Parece más brillante y obscuro. Parece amarillento C	Violado D y gris	Parece más puro y brillante. Parece amarillento C	Violado D y negro	Parece más claro. » oliváceo C.

En el contraste de colores ocurre, que nunca vemos un color puro sino que siempre refleja cierta cantidad de luz blanca. Esta luz blanca tiene rayos azules, rojos y amarillos y si nuestra vista se acostumbra a ver un segundo color verá sobre el primero la luz blanca pero falta de los rayos que ya se acostumbró a ver; ve por lo tanto sobre el color primero, no la luz blanca sino el complementario del segundo.

B R

Si observamos simultáneamente los colores blanco y rojo, nuestra vista se acostumbra a ver el rojo y sobre el blanco (que refleja todos los colores) veremos más claramente los rayos amarillos y azules que el rojo; el blanco nos parece verde.

Si observamos dos colores complementarios, rojo y verde, por ejemplo, en el verde tenderemos a ver además todos los rayos de la luz blanca menos al rojo; en el rojo, los rayos de la luz blanca menos los verdes (azules y amarillos); veremos pues, sobre todo, hacia la línea *media* de separación, más rojo el rojo y más verde el verde. Si del mismo modo observamos dos colores simples, rojo y azul, veremos el azul algo verdoso y el rojo algo anaranjado.



Además del contraste de colores está el contraste simultáneo de tonos, cuyos efectos pueden producirse separadamente o sobre añadirse al contraste simultáneo de los matices o complicarse con los efectos de la *irradiación.* Dos bandas rectangulares blancas y dos negras de las mismas dimensiones pegadas sobre un fondo gris, las dos bandas blanca y negra que están yustapuestas se realzarán, la banda negra próxima a la banda blanca parecerá más negra que la otra banda negra y la banda blanca, mas próxima a la negra, será más blanca que la otra banda blanca: el blanco y el negro se resaltan mútuamente y se exaltan como lo hacen por contraste simultáneo dos colores complementarios.

Si se divide en diez partes iguales una larga cinta rectangular de papel y se aplica sobre las diez partes una primera capa de gris que será una décima de negro; sobre nueve partes consecutivas se coloca una segunda capa de una décima de negro; sobre ocho partes otra nueva capa de décima de negro, de tal manera que siguiendo así hasta la última, ésta habrá recibido diez capas de décima de negro, y que por consecuencia será negra; cada parte, por esta manera de obrar, debe formar matiz uniforme, y, sin embargo, las apariencias son contrarias: Cada banda parece más clara del lado que mira al negro y más obscura del lado que mira el gris; y el conjunto presenta una serie de estrías o acanaladuras parecidas a las que se ven en los fustes de ciertas columnas.

Para hacer aparecer en las bandas superpuestas matices variados uniformes, es necesario, en lugar de hacer realmente matices uniformes, aclarar o debilitar la banda del lado mas claro y reforzar o obscurecer la del lado mas obscuro para anular el efecto del contraste de tono. Para darse cuenta del verdadero trabajo del artista, es necesario recubrir el dibujo de un papel cortado que no deje ver por la ventana abierta en él mas que la banda que se examina y, separándola así, será fácil observar si esta banda presenta un matiz uniforme o uno *degradado.*

Así como los matices complementarios, hemos dicho que el blanco y el

negro se hacen subir: el blanco parece resaltado y el negro reforzado. Pero, este efecto se complica de un efecto de *irradiación* que es la causa de aparecer un hilo incandescente más grueso que lo que realmente es y un disco blanco sobre un fondo negro más grande que otro disco negro sobre fondo blanco del mismo tamaño. También está admitido que el negro *adelgaza* y el blanco *engorda*. Así un pié calzado de bota blanca aparece más grande que el calzado con bota negra. Esto es un caso particular de la ley general: que todo objeto muy iluminado parece más grande que el tamaño natural sobre un fondo relativamente obscuro, como si la luz desbordara o irradiara sobre el negro.

40. **Contraste sucesivo de los colores.** Cuando en lugar de observar dos colores próximos (contraste simultáneo) se ven uno después del otro, el contraste es *sucesivo*. La sensación producida por el primer color ejercerá su influencia sobre la sensación producida por el segundo. *Chevreul* ha enunciado el principio o *ley del contraste sucesivo:* «Cuando dos colores se ven sucesivamente, el primer color suma al segundo su color complementario» o en otros términos: Cuando el ojo ha fijado un color, pierde su aptitud a ver este color y está predispuesto en la misma medida a ver el color complementario.

M. Helmholtz, ha hecho la experiencia empleando anteojos con cristales de diferentes colores y ha confirmado el principio expuesto del contraste sucesivo. Esta insensibilidad del ojo o ceguera para un color que se realiza en esta clase de contrastes, es solo, como ya debe suponerse, transitoria.

Buffón, que ya había observado el fenómeno del contraste sucesivo, llamó *accidental,* al color complementario que aparecía en la superficie blanca y que substituía al que se había antes mirado fijamente, el *P. Scherffer,* de Viena, en 1751, les llamó colores *invertidos*.

El contraste sucesivo explica ciertos fenómenos, por ejemplo: Cuando el sol se pone sobre el horizonte, aparece de color anaranjado, o bien anaranjado rojo, lo cual depende, sobre todo, de la cantidad de vapor de agua que contenga la atmósfera; si se le mira fijamente un instante y después se dirige la vista a un objeto blanco, se percibe en seguida una imagen del sol, del mismo tamaño, pero coloreada en azul violado si aparecía el sol de anaranjado y verde si de rojo.

Se puede demostrar también por el contraste sucesivo que el negro y el blanco pueden considerarse como complementarios, operando análogamente a las anteriores experiencias con un disco negro y otro disco blanco sobre fondo grisáceo.

Si se corta sobre papel blanco bastante fuerte las sombras y las partes negras de un retrato y se colocan estos recortes sobre papel grisáceo, se verá aparecer el retrato con sus sombras naturales. Si sobre una hoja de papel gris, aplicamos un pequeño cuadro verde brillante y fijamos algunos segundos una pequeña cruz colocada en el centro del cuadrado verde; si quitamos bruscamente el cuadro verde, observaremos en el mismo sitio substituída sobre el papel gris una pequeña imagen de la cruz, del mismo tamaño y de color de rosa.

El que forme un muestrario de un solo color debe tener cuidado de dejar descansar la vista o de volverla a llevar sobre el color complementario, si no quiere exponerse a los perjuicios del contraste sucesivo.

41. **Contraste rotatorio de los colores.** Los discos rotativos del aparato de *Rosenstiehl* (Fig. 10), pueden aprovechar para encontrar los colores complementarios mediante el contraste rotatorio. Si se tiene un disco blanco y se colorea la mitad del círculo en rojo, por ejemplo, y se pone en contínua rotación por medio del aparato de *Rosenstiehl*, con una cierta velocidad, 400 vueltas por minuto, todo el disco aparecerá tintado uniformemente, el blanco no se distinguirá del rojo; a menor velocidad, 200 vueltas por minuto, se observará distintamente el rojo de la mitad del disco blanco, y a una velocidad inferior, a 60 vueltas próximamente, la parte blanca del disco aparecerá como pintada de verde, es decir, del color complementario del rojo. Este efecto es de orden puramente fisiológico y es consecuencia del contraste rotatorio y facilita esta experiencia los estudios mas interesantes sobre los colores.

Se puede determinar, por medio del contraste rotatorio, el reflejo de un negro industrial más o menos difícil de obtener. La mitad del disco rotatorio se recubre del negro en cuestión y se da al disco la velocidad de 60 a 70 vueltas, la otra mitad del disco en lugar de quedar blanca, con diferentes negros sujetos a ensayo, aparecerá pintada del color complementario del que predomine en el negro sometido a la experiencia. Es rosado, por ejemplo, el semidisco blanco? El negro es verdoso; aparece verdoso el blanco? El negro es rojizo; es amarillento? El negro es violado. Esta conclusión se apoya sobre una experiencia de contraprueba que no deja nada que desear. Si se toma un disco blanco vaciado en su mitad, y se le hace girar por delante del *negro absoluto* de *Chevreul*, la superficie blanca queda en perfecto blanco, sin coloración alguna, porque el negro absoluto no contiene ningún color.

Por el contraste rotatorio y con el mismo aparato de *Rosenstiehl*, puede

determinarse la intensidad relativa de dos coloraciones que tienen el mismo complementario. Para ello se forma con los dos colores y el complementario dos pares que dan un gris uniforme en los discos rotatorios. Por ejemplo, un anaranjado amarillo A y azul, dispuestos en sectores sobre un disco que den un gris sin coloración. Se leen los ángulos de dichos sectores: para el anaranjado amarillo A = 60° y para el azul = 300°. Otro anaranjado B, que tenga el mismo complemento azul, da sobre otro disco, cuando la rotación produce la mezcla de sensaciones un gris uniforme, 108° para el anaranjado amarillo B, y 252° para el azul. Se tiene así los datos para la resolución del problema: El anaranjado amarillo B tiene menos intensidad de coloración que el anaranjado amarillo A, pero, ¿en qué proporción relativa se encuentran estas dos intensidades? El anaranjado amarillo B, con un sector de 108° no corresponde más que a otro sector azul de 252°; sería necesario un sector de 120° para corresponder al sector azul de 300°; en tanto que, con el anaranjado amarillo A, es suficiente un sector de 60°. Así, pues, la intensidad de coloración del anaranjado amarillo A, es doble que la intensidad de coloración del anaranjado amarillo B.

Si los colores fuesen de diferente naturaleza, y por consecuencia no tienen el mismo color complementario, el problema a resolver sería más difícil y a primera vista aparecería insoluble por no tener ninguna común medida entre dos colores distintos. De hecho, este problema no ha sido resuelto antes de *Rosenstiehl*, pero este sabio, tantas veces citado en la presente obra, aplicando su ingenioso método de los discos rotatorios y relacionando los resultados obtenidos con el triángulo cromático, ha podido encontrar a este problema una solución práctica, comprobado de la manera más satisfactoria por los cálculos basados sobre la construcción geométrica.

La noción de la igualdad de intensidad de los colores responde a los principios siguientes: Dos colores complementarios son considerados de igual intensidad de coloración cuando producen la sensación del blanco ocupando sectores iguales sobre un disco rotatorio. Tres colores se consideran de igual intensidad de coloración cuando ellos constituyen una *triada,* produciendo la sensación del blanco cuando ocupan sectores iguales sobre un disco rotatorio.

En cuanto a la intensidad luminosa total, bastante diferente de la intensidad de coloración. *M. Rosenstiehl* ha podido determinar y probar que, en la mezcla de los colores, la intensidad luminosa total del color resultante queda la misma porque allí no hay sensación, la cual desaparece por efecto de la mezcla. Habiendo así medido la intensidad relativa de coloración de

dos colores que tengan el mismo complementario, él, continuando el mismo trabajo sobre los diferentes tonos de una gama, encuentra que la ley de progresión aritmética era solo aplicable a los colores equidistantes a la vista.

Aun existen otras aplicaciones del contraste rotatorio en el aparato citado. Un pequeño sector verde muy claro girando delante del orificio negro del aparato, aunque fisiológicamente tenga muy débil intensidad, parecería, sin embargo, muy obscuro, y si se dice que el verde es muy intenso se confunde la materia con la sensación. Este mismo sector verde claro girando sobre fondo blanco da, de tal suerte, un pálido que a penas es sensible y sin embargo, es de la misma intensidad de color que el verde obscuro sobre fondo negro, lo que comprueba experimentalmente qué asombrosa diferencia encontramos en la sensación de un color según la veemos sobre fondo negro o fondo blanco.

Estos estudios sobre el contraste rotatorio, nos permiten formular algunos principios que están en contradicción con errores todavía muy repartidos en el mundo, hasta entre los artistas, pero que se ha demostrado experimentalmente, y deben de hoy en adelante servir de norma al tintorero y estampador y de reglas en la fabricación de tejidos artísticos.

42. **Contraste mixto de los colores.** Cuando un comprador de tejidos fija su mirada en una tela amarilla y en seguida se le somete a su vista una tela encarnada, nacarada o escarlata, la encuentra sin vigor y le parece como de color amaranto, de heces de vino, o carmesí, porque por efecto del contraste sucesivo, el amarillo visto antes dispone el ojo a ver el violado, que apaga el amarillo o el fuego del anaranjado, nacarado o escarlata, para no dejar ver mas que el rojo o un rojo que tire al violado. Aquí vemos que hay superposición o combinación de dos sensaciones que dan una resultante; existe la sensación del violado por causa del contraste sucesivo que viene a añadirse a la sensación producida por la tela anaranjada, nacarada o escarlata, para dar un efecto de obscurecimiento. Es este efecto del contraste sucesivo el que viene a añadirse a otro matiz, a lo que *Chevreul* ha dado el nombre de *contraste mixto*. Este el caso muy frecuente que se presenta en la práctica, porque el ojo ha fijado unos matices se lleva mejor, a menudo, sobre otra superficie coloreada que sobre una blanca.

A esta clase de contraste pertenece el curioso fenómeno señalado por *Daniel Kœchlín,* hábil fabricante de indianas de Alsacia, explicado sencillamente por *Chevreul*. Catorce piezas de paño rojo, absolutamente idénticas, pasando sucesivamente por los ojos de un comprador, las siete últi-

mas le parecen a este menos bellas; ello evidentemente es una ilusión, puesto que todas las catorce son idénticas, y se prueba hasta la evidencia el fenómeno, invirtiendo el orden de la experiencia, viendo primero las siete últimas que antes se observaron y entonces se aprecia el valor del rojo de ellas de la misma manera, siendo mejor el de las primeras vistas, que antes fueron peor porque se observaron las últimas. El contraste sucesivo, insensibilizando el ojo momentáneamente, obscurece, empaña o rebaja el color en las últimas piezas por el verde, color complementario de aquel.

El contraste mixto es uno de los dos casos y el más general que se presenta de contraste sucesivo. Cuando se ve fijamente el ojo se predispone a ver el color complementario, y entonces, si se lleva la vista a una superficie blanca, esta superficie parece coloreada de este complementario; este es el caso del contraste sucesivo propiamente dicho; o bien si el ojo se dirige sobre otra superficie coloreada nuestra sensación del color responderá a una resultante; el color de la segunda superficie siendo modificado por el complementario del primero dará lugar al caso de contraste mixto.

43. **Acción de la luz sobre los organismos.** Desde mediados del siglo pasado que se han hecho grandes estudios experimentales que demuestran los efectos de los rayos luminosos sobre los distintos seres organizados.

La luz parece desempeñar un papel importante en el desarrollo de los seres, excepto en los que por herencia vienen adaptados a la vida subterránea. Conocidos son los fenómenos de *heliotropismo* positivo y negativo de ciertas plantas, que se dirigen hacia la luz o huyen de ella. La luz influye y acelera los cambios nutritivos de todos los seres, y actúa sobre la respiración y circulación de los mismos. Función de tanta importancia en la mujer, como la menstruación, es notablemente influída por la luz, hasta el punto que es muy activa en los trópicos, al contrario de lo que sucede en los polos, en los que dicha función falta a la mujer esquimal en los seis meses de noche polar. La luz influye en la salud, indirectamente, quitando causas de enfermedad (acción bactericida) y dando manantiales de energía a los organismos por su influencia. Sabido es el proverbio «Donde no entra el sol entra el médico» y no en balde los Griegos en sus famosos mitos dieron por padre a *Esculapio*, dios de la Medicina, al brillante *Febo Apolo*, el dios del Sol.

La influencia de la luz no se ejerce tan solo en el hombre sobre sus órganos de su vida vegetativa sí que también obra sobre nuestro espíritu. Los efectos afectivos de la luz y de la obscuridad nos recuerdan las grandes opo-

siciones del sentimiento vital; el hombre en todos los grados de la civilización ha asociado en conjunto la luz y la vida, la obscuridad y la muerte, testificando su profunda y constante experiencia. Otras experiencias, a más de las sensaciones generales inmediatas, han concurrido a este resultado; la luz lleva la seguridad, en tanto que la obscuridad favorece a los enemigos y los peligros.

El sentimiento de placer que hace experimentar la luz tiene, sin embargo, *(Höffding)* todavía otro origen, que en modo alguno surge, como aquel que acabamos de citar, del instinto de conservación. El *órgano visual,* como cualquier otro, *tiene necesidad de obrar,* y su funcionamiento natural, normal, va acompañado de placer, como parece ocurrir en toda función normal. Si los ojos del recién nacido se vuelven a la luz, no es tan solo a causa de la aceleración del cambio de substancias, sino efecto de un impulso para efectuar una función natural. El desagrado producido por la obscuridad, es, por tanto, también la expresión de una necesidad comprimida de la actividad.

El hombre sufre, bajo el punto de vista intelectual, la influencia de la luz, más todavía que bajo el punto de vista físico y material su irresistible dominación: Nosotros cambiamos de ideas y sentimientos según el aspecto del cielo y el estado de claridad o tristeza con que el día se presente. El hombre se fatiga menos a la luz. El trabajo intelectual es favorecido, generalmente, por la acción de la luz; *Gounod,* el gran músico, no sentía venir la inspiración sino con el sol.

44. **Efectos de los colores sobre el hombre.** Los colores juegan un papel importantísimo en las obras de la Creación y en las manifestaciones del humano pensamiento. «En la Naturaleza, dice poéticamente el *abate Wassart,* los colores son como *la sonrisa de Dios,* y el hombre imitando a Dios arroja con profusión, sobre todas las obras que salen de sus manos, estos colores que son el encanto y la vida. ¡Qué tristeza, allá arriba, si la aurora, el sol en su puesta, la bóveda de los cielos, el arco iris, las nubes aborregadas, perdieran respectivamente sus colores! ¡Qné tristeza aquí bajo si las praderas, los trigales, las selvas, las flores, los pájaros, todos los animales fueran despojados de las riquezas que los adornan! ¡Qué tristeza en nuestras casas y en el ambiente que nos rodea si las tinturas, los tapices, las vidrieras, los vestidos, los rostros que quedarían como sin vida, si desaparecieran sus colores! Temblamos ante estos pensamientos, pero, gracias a Dios no es así: la realidad nos encanta».

También escribe el *P. Lacouture,* en el prefacio de su original obra

«*Repertoire cromatique*», lleno de espíritu poético: «Se dice que los colores hablan sobre todo a los sentidos. Esto muy frecuentemente es verdad. Sin embargo, bajo el pincel de los artistas dignos de este nombre, o, mejor todavía, en los variados cuadros de la naturaleza, su lenguaje está lejos de ser muy sensual; es espiritualista para el que lo quiere entender; él nos substrae hasta la dominación de la materia y permite a nuestra alma desplegar sus alas...»

«El creador de todas las cosas, dice mas adelante, antes de llamar el hombre a la existencia, quiso también decorarle la mansión que destinaba a su privilegiada criatura, y desplegó allí las riquezas de una paleta completamente divina, a fin de que el hombre tuviese bajo sus ojos, en la variedad y el encanto de los matices que ornan los tres reinos de la naturaleza, una prueba permanente del cariño de su Dios. *Los colores en el Universo son la sonrisa de la bondad divina...*»

Luego, añade: «Se puede imaginar la dulce sorpresa de nuestros primeros padres, la emoción que poseería a Eva, cuando cogiendo algunas flores las presenta a Adan con estas palabras: «Ved, el Señor, no nos tiene rigor; en su clemencia, ha dejado rosas en medio de las espinas, flores entre las zarzas, para hacernos menos triste este lugar de destierro...»

«Si el arco celeste no aparece sino accidentalmente, sus ricos colores se encuentran a todas horas en la naturaleza, no yustapuestos de manera que hacen resaltar su diversidad, sino repartidos aquí y allí de modo que cada uno de ellos vengan, ora uno, ora otro, a descansar nuestros ojos por los encantos y la extensión de sus gamas. Así, al lado de esta faja irisada que despeja las nubes tras la lluvia, esta la otra, mas nutrida aun, que la mano divina ha arrojado como un ligero manto sobre este mundo material, otros *iris* está constantemente bajo nuestra mirada. El universo entero está irizado, matizado, y se puede decir del hombre, rey de la creación, como del mismo Rey de los mismos cielos: su trono está rodeado de todos los colores del arco iris. «*Iris erat in circuitu sedis,* Ap III, 3».

Y termina el *P. Lacouture,* el prólogo de su interesante obra; con estas palabras: «Pueden estas reflexiones, amigo lector, haceros encontrar, a la vista y en el estudio de los colores, el consuelo y los estímulos, puestos aquí por el autor de esta modesta obra»,

He aquí efectos de los colores: Los vidrios coloreados en rojo ocasionan una sobre producción de trabajo *(Ferré).* De todos los colores es el azul el que más favorece el trabajo muscular y el que aumenta la resistencia a la fatiga *(Pizani y Nogier).* La viruela desde antiguo (Chinos) fué tratada por

los rayos rojos. *Ambrosio Pareo,* ya empleaba este tratamiento, que obtuvo sanción científica con los estudios recientes de *Finsen.* Las propiedades calmantes del azul han sido empleadas por los psiquiatrias *(Ponza)* al paso que el color rojo parece convenir a los deprimidos, melancólicos e hipocondriacos, en cambio, los neurasténicos excitados, angustiosos, los maniacos y los delirantes, parece que se encuentran bien en un ambiente violeta, como también a la vista de los verdes prados. En estos últimos años se ha empleado, con algún exito, la luz azul en el tratamiento del síntoma *dolor.*

45. **El color y el sentimiento.** El órgano visual no se satisface solo con luz, exige además *colores.* «Recordemos, dice *Göethe,* el alivio que se experimenta cuando en un día nebuloso, el sol aparece en algún punto de la comarca y hace en él visible los colores. Las virtudes curativas que se han atribuído a las piedras preciosas de colores, lo han sido, sin duda, bajo el influjo del sentimiento profundo de este placer inexplicable». Los efectos de los colores sobre el sentimiento dependen a la vez del *grado de claridad* (de limpidez), es decir, del grado en que el color se acerca al blanco, y de la *saturación,* es decir, del punto en que el color se aproxima al matiz del espectro; en otros términos, depende a la vez del elemento cromático y del elemento acromático de la sensación. La duración y la extensión de la impresión importan igualmente; se produce, en efecto, desagrado por efecto de la acción demasiado larga y extensa de una impresión, que con una *extensión* menor (en el tiempo o en el espacio) hubiera provocado placer. Cuanto más lleno es el color, menos extenso debe ser, para que se ocasione este sentimiento.

Por lo que conviene a *los efectos de los diferentes colores en el sentimiento (Höffding), Göethe,* ha demostrado ya que pueden dividirse en dos clases, unos que llama *positivos* y otros *negativos,* pero que quizás sería mejor llamar, con *Fechner,* colores *activos* y colores *pasivos.* Los primeros, a saber, el *púrpura,* el *rojo,* el *anaranjado* y el *amarillo,* tienen un influjo estimulante, excitan a la acción y al movimiento. Los pasivos, en los cuales es preciso colocar los colores *azules,* tienen una gran acción de moderación y suspensión y no impulsan para nada a obrar al exterior. El *amarillo* y el *azul obscuro* ofrecen los dos represéntantes tipos en cada serie. He aquí como *Göethe* describe lo que experimenta, cuando en un día sombrío de invierno se mira un paisaje con un *cristal amarillo:* «La vista se regocija, el corazón se dilata, el espíritu se serena; un calor instantáneo parece animarnos». Como el amarillo recuerda la luz, el azul evoca la obs-

curidad, dice el mismo filósofo poeta. «De igual modo que vemos azules el cielo profundo, las montañas lejanas, así una superficie azul parece huir ante nososotros... El azul nos da un sentimiento de frío, por otra parte hace pensar en la sombra... Un cristal azul nos muestra las cosas con una luz triste». La transición entre las dos series está formada de un lado por el verde (entre el amarillo y el azul) y la otra por el violado (entre el azul y el púrpura). El *verde* da la impresión de un descanso lleno de fuerza, sin la frialdad del azul, ni la intensa excitación del rojo. El *violado* tiene unas veces más de la severidad del azul, otras de la viveza del rojo. El *rojo* se distingue del amarillo por un afecto más forzado o intenso, es excitante, alegre y causa un estado de angustia desagradable y produce alucinaciones en los excitados. En los talleres de la casa *Lumiere,* de Lyón, se comprobó que los obreros ocupados en las salas alumbradas con luz roja, estaban extraordinariamente excitados durante el trabajo, se agitaban, gesticulaban y disputaban fácilmente. Estos fenómenos desaparecieron cuando se cambiaron los vidrios rojos por vidrios verdes. El *azul* es frío, deprimente y sedante. El *amarillo* induce a la melancolía y a la tristeza.

La disminución de la luz modera la energía de la serie activa; su aumento, como aproxima todos los colores al blanco, sus efectos en el sentimiento sufren un cambio correlativo.

Para ultimar este asunto dejemos hablar a *Camilo Kœchlín,* eminente químico, y colorista notabilísimo de telas que en sus notas filosóficas se expresa poéticamente así: «Qué sería de nosotros, qué impresión sufriríamos si todo fuese de un color blanco ¡oh!... no me atrevo a pensarlo... Es necesario no solamente la copia de lo que se ve, sino más, lo que no se ve; la fantasía es el principio fundamental de nuestra industria. El hombre cuando acaba una obra, le da color. Es el instinto. Las industrias que tiene por objeto dar color durarán tanto tiempo como nuestra raza. La naturaleza hace como el hombre. Todo lo que crea naturaleza tiene su color como su razón de ser. Solo los animales están ya coloreados. Cuando los climas son más cálidos los animales tienen más colores, y el hombre tiene menos color o viceversa. Los colores ponen el alma en vibración, ellos tienen su lenguaje. Cualquier cosa, al colorearse ya es más hermosa. Se dice, esto es bello, cuando está coloreado, es una razón para admirarla; esto es el origen del amor. *Color obliga, como nobleza obliga.* Un uniforme supone valor, un uniforme agrada a las mujeres. Es que el amor también quiere ser defendido. Como los sonidos y los perfumes, que son alimentos de otros sentidos, tienen un tiempo limitado para impresionar, el color queda y debe ser consi-

derado como el agente más activo. Para gozar la naturaleza enseña el color, el hombre hace lo mismo».

46. **Armonía de los colores.** Todos aquellos que se ocupan de obras estéticas, los fabricantes de tejidos y otros objetos en que juegue el color como elemento de la manufactura; los estampadores de toda clase; los pintores, y en particular los decoradores, los tapiceros, etc., deben saber *combinar* los colores y por consecuencia adquirir la conveniente educación científico artística para poseer buen criterio y gusto y juzgar con acierto de la *armonía de los colores.*

No es un arte despreciable saber arreglar con gusto un ramo de variadas flores; como el saber componer delicadamente una habitación combinando las diversas coloraciones en ella contenidas de muebles, tapices, decorado, etc.; como el saber escoger los adornos de una *toillete* de elegante dama, como el eligir adecuado tocado a la rubia de ojos de cielo y tez pálida, y a la morena de rojos labios y negros y rasgados ojos.

Cuando dos o más colores yustapuestos o sucesivos producen un efecto agradable se dice que estos colores son armónicos, y se la llama *armonía cromática*, como cuando en nuestro oído varios sonidos causan placentera sensación, se le denomina *armonía acústica*, llamándose también a la serie de sonidos que seriados en semitonos se graduan mejor que los matices de color, *gama.*

La asociación de colores es tanto más armoniosa cuanto la suma de colores da el blanco (en el sentido aditivo) o el negro (en el sentido substractivo). Este es el caso para los tres colores fundamentales rojo, amarillo y azul. Estos colores y sus complementarios separados por el blanco, componen grupos armónicos de diversos grados. Pero si dos colores están muy distanciados en el espectro es muy raro que produzca su conjunto sensación agradable a la vista. *Rosenstiehl*, enuncia el siguiente corolario a la teoría de *Joung* «La armonía de los colores resulta de la excitación igual de las tres sensaciones coloreadas fundamentales, yustapuestas, vecinas de manera que accionen sobre la retina simultáneamente en lugares distintos», y admite que los colores que componen un dibujo iluminado deben ser escogidos de tal suerte que su mezcla fisiológica produzca el blanco (en la práctica un gris neutro).

Para resolver este problema, es necesario saber; por medio del disco de *Rosenstiehl* analizar un color; determinar su intensidad y establecer un color de un grado de intensidad elegido. Hay que hacer una distinción importante: Un color puede ser complementario de otro en *superficie igual.*

Cuando no estemos en dicho caso de equilibrio no se restablecería sino disminuyendo, en la relación que se quiera, la intensidad del color del que ocupe menor superficie.

Cuando se trata de colorear un dibujo, es necesario conocer la superficie ocupada por cada color. Un procedimiento muy sencillo permite llegar a conocerlo: se hace el calco del dibujo y se recortan cada uno de los colores; después se pesan reunidos todos los recortes de cada uno de ellos. Las relaciones de pesos dan la relación de superficies.

Para obtener pares armónicos de colores y mezclas armoniosas de varios colores se emplea también el analizador de colores de *Kallab.*

47. **Clases de armonías de colores y sus leyes.** Se distinguen seis clases de armonías de colores agrupadas en dos géneros: tres de *armonías de análogos* que son: 1.° Armonía de gama o escala, producida por la percepción simultánea de diferentes tonos de una misma escala más o menos próximos: 2.° Armonía de matices, producida por la vista simultánea de tonos de la misma altura o poco menos, pertenecientes a escalas próximas: 3.° Armonía de una luz coloreada dominante, producida por la visión simultánea de colores diversos asociados conforme a la ley del contraste, pero dominados por uno de ellos, como resulta de la visión de los mismos colores a través de un vidrio ligeramente coloreado. Otras tres de *armonías de contrastes* que son: 1.° Armonías de contrastes de gama o escala, producidos por la percepción simultánea de dos tonos de una misma gama, muy distantes uno de otro: 2.° Armonía de contraste de matices, originada por la visión simultánea de tonos de alturas distintas correspondientes a escalas próximas: 3.° Armonías de contraste de colores, producida por la visión simultánea de colores pertenecientes a escalas muy distintas, asociados según la ley del contraste. La diferencia de altura de los tonos puede aumentar el contraste de los colores.

Los acordes de colores obtenidos en todos estos casos no son igualmente agradables; ocurre lo mismo que en la música. Como ejemplos pueden citarse los siguientes:

Acordes binarios por orden de belleza; de colores con blanco: Azul claro y blanco. Rosa y blanco. Amarillo obscuro y blanco. Verdegay y blanco. Violado y blanco. Anaranjado y blanco.

Acordes binarios de colores complementarios y ternarios con blanco: Rojo y verde. Blanco, rojo, verde y blanco. Blanco, rojo, blanco y verde.

Acordes binarios de colores no complementarios: El amarillo y el azul forman un verde agradable. El amarillo y el verde también lo es. El anaran-

jado y el verde no lo hacen mal. El rojo y el azul también pueden pasar. El rojo y el anaranjado hacen mal contraste. El negro con cualquier color primitivo siempre hace bien. El blanco produce siempre con los demás colores armonías de contraste, mientras que el negro da con los colores obscuros (azul, violado) armonías de análogos. El gris hace ganar en pureza a todos los colores primitivos cuando se coloca en su inmediación.

Las armonías de tono se aprovechan en multitud de casos para la pintura y tejidos, presentando un mismo color bajo tonos e intensidades diferentes. La armonía de sentido se aprovecha particularmente en los estampados, donde conviene además del buen efecto del dibujo que los colores se presenten limpios.

Leyes de las armonías de los colores. Las pricipales son: 1.° El orden complementario es superior a todos los demás en la armonía de los colores. 2.° Los colores simples de los artistas (rojo, amarillo y azul) asociados dos a dos, forman mejores armonías de contraste que los demás colores: 3.° Cuando dos colores no se armonizan, es siempre ventajoso separarlos por medio de blanco, de negro o de gris: 4.° El negro no produce nunca mal efecto cuando se asocia a dos colores luminosos; generalmente es preferible al blanco, sobre todo cuando se coloca entre los otros dos colores: 5.° El negro asociado a colores obscuros y a los tonos rebajados de los colores luminosos, produce armonías de análogos que pueden ser de gran efecto en muchos casos.

Los colores *consonantes* (armónicos), dice el *P. Lacouture,* «son tintes, que siendo perfectamente distintos, presentan entre ellos cierta continuidad o parentesco, sea de matiz, sea alguna vez de tono».

48. **Efectos de la distinta refrangibilidad de los colores.** La asociación brutal de dos colores complementarios, del círculo de *Chevreul,* elegidos entre los colores puros, no produce efecto armónico como había derecho a esperar si las leyes de armonía por contraste de dicho sabio expresaran la verdad. Así el verde con el rojo, principalmente, producen un conjunto desagradable al ojo, los dos colores se exaltan mútuamente y provocan un deslumbramiento de la vista casi doloroso; con los otros pares el efecto es menos violento.

Este defecto procede de que los rayos solares, suma de colores diversos, que caen sobre un lente, no forman su foco en el mismo punto porque no tienen la misma refrangibilidad. Con una acomodación media regulada para el amarillo verde, por ejemplo, el foco de radiaciones rojas se formaría

detrás de la retina, y el de los rayos violados delante de ésta. El ojo pasando alternativamente del rojo al verde y del verde al rojo por un movimiento rápido, al que no esté muy acostumbrado, le producen fatiga en el ojo por las variaciones de acomodación.

Esta diferencia de refrangibilidad de los diversos rayos coloreados, origina el fenómeno de los colores *entrantes* y de los colores *salientes*. El color rojo es el color saliente por excelencia. Un objeto rojo parece más alejado que un objeto con la misma iluminación y colocado en el mismo plano. Es que el rojo menos refrangible, forma su foco más lejos que el azul, por ello ol objeto rojo se ve bajo un ángulo visual mas pequeño. El color es siempre visto bajo forma determinada, la noción de extensión, es en efecto inseparable de la noción de color y como dice *Chevreul*, «*Los colores hablan a la vez por su color y por su forma*».

El color rojo es el único que podemos representar al estado puro con materias colorantes; solo el rayo rojo puede ser obtenido como color simple, fuera del espectro. Los otros colores, obtenidos con materias colorantes, tienen siempre un espectro complejo, y pueden descomponerse en los simples que lo integran. De ahí el papel especial que corresponde al rojo en esta cuestión de acomodación. El fenómeno del rojo como color saliente puede observarse todos los días al aire libre.

Así, las partes rojas de los carteles de anuncios parecen siempre, cuando el alumbrado es suficiente, hundirse en el muro que soporta el cartel.

La misma ilusión se produce en las partes rojas de los vidrios coloreados de las catedrales; estas partes rojas, vistas por transparencia, parecen colocadas fuera de las ventanas. El fenómeno se produce con gran limpieza en los cuadros multicoloreados, iluminados por lámparas eléctricas de ampolla coloreada; las partes azules parecen avanzar hacia el espectador y las partes rojas, al contrario, se alejan. Es imposible ver estos dos colores sobre el mismo plano; cosa por el estilo pasa con el verde y anaranjado, pero con menos intensidad; este último parece colocado por detrás de las partes verdes. Los colores son entrantes o salientes, huyentes *(fuyantes)* en el orden de su refrangibilidad. Estos fenómenos de interpretación son individuales, pues hay personas que ven los objetos rojos más aproximados que los obtos azules, la educación del ojo y de los centros nerviosos no es igual para todo el mundo.

De cualquier manera que sea en una composición con varios colores importa el evitar al ojo esta necesidad de acomodación si se desea alcanzar el conjunto armónico de los colores.

Se llega a corregir este defecto de los colores por los siguientes tres medios: 1.° No yuxtaponer dos colores complementarios francos si no se les separa por un espacio neutro: 2.° Intercalar entre ellos colores de refrangibilidad vecina, arreglo que encontramos naturalmente en el arco iris (espectro solar) y en los círculos cromáticos; y 3.° Añadir el blanco por lo menos a uno de los colores francos. La acomodación se hace entonces al blanco, que prevalece mucho sobre la sensación coloreada. Este último medio es más perfecto y suele emplearse más.

Los colores salientes, por tener menos vibraciones por segundo, pueden ser percibidos por nuestro ojo antes que los entrantes, así el rojo es percibido antes que el anaranjado, éste antes que el amarillo y este último más pronto que el azul, hasta llegar así al violado y aun al ultraviolado, cuyo número de ondulaciones que produce al segundo es tan considerable, que nuestro ojo no llega a registrarlas y por ello no lo percibimos, Parece que ciertos insectos, de órgano de visión más perfeccionado, pueden percibir los rayos ultraviolados *¡Dichosos insectos!*

Son colores salientes el rojo, anaranjado, amarillo y son entrantes todas las gamas de los azules. En la figura 1 podemos ver que los colores salientes están comprendidos en la semicircunferencia G F J, y que los matices entrantes están en la semicircunferencia J B F; es evidente que el verde prado *E* es saliente con relación al azul *B*, estando más cerca de *G* que de *B*, pero entrante con relación a todos los colores comprendidos en el gran arco G F J, donde encontramos los colores salientes.

Estos colores salientes y entrantes tienen su mayor aplicación en la composición de los tejidos para tapizar muebles, donde el dibujante debe buscar además de la armonía de los colores, los efectos de relieve. Se aumentarán los efectos del relieve por los efectos del negro y del blanco, que formarán las sombras y los contornos de los dibujos.

49. **Armonización de los colores.** Hay que reconocer que a pesar de los numerosos matices encontrados por *Chevreul* (14.420) la paleta divina, dice el *P. Vassart*, que ha matizado los objetos inanimados y sobre todo las plantas y animales que componen la obra maravillosa de la Creación, está enriquecida por más infinito número de colores magníficos que nos encantan. A pesar del gran número de armónicos que se pueden formar con los colores determinados por *Chevreul*, no puede el artista encerrar su inspiración solo en ellos, que sería menguado al Arte y nos haría tener una falsa y pobre idea de todas las gamas que Dios renueva constantemente en el Universo mundo a su placer. Así que, el artista debe buscar

la forma de armonizar los colores nuevos armónicos, buscando efectos agradables, lo que constituye, en último término, la armonía de los colores.

Por ciertos artificios, el artista puede modificar el efecto desagradable y repulsivo de ciertos grupos de colores, armonizándolos, y multiplicar así los manantiales de que dispone, contando no solo con los colores *armónicos,* si que también con los grupos de colores *armonizados.* Antes de entrar en el estudio de las condiciones de armonización de los colores el *abate Vassart,* en su brillante obra ya citada sobre «Colores y colorantes» hace las dos reflexiones siguientes:

a) La primera, es que todos los colores pueden armonizarse. Cuando los colores resultan por su yuxtaposición muy chillones, su disonancia puede hacerse armónica o dar lugar a una armonía, preparándoles antes para concurrir a la armonía, como sucede con ciertos acordes disonantes, en música, capaces de desgarrar el tímpano, y sin embargo, por una previa preparación se les hace concurrir a un conjunto armónico.

b) La segunda reflexión, es que, en ciertos casos, el agrupamiento de colores se impone para un fin particular, y esta finalidad domina toda la cuestión: es el caso de la bandera nacional, en donde las reglas de la armonización de colores no se tienen en cuenta; constituye aquella un signo, es un grito de una agrupación humana. Este signo se reconocerá mejor cuando más opuestos sean los colores y el grito llegará más lejos cuanto su efecto sea más chillón, y en este caso es la idea ligada a la bandera lo primero y principal, no hay pues para ella discusión posible, bajo el punto de vista artístico, sobre que colores hayan de asociarse para formarla.

50. **Armonización de colores con la ayuda de correctivos.** La Naturaleza es la gran maestra en todo: ella enseña por todos los sitios, en sus obras, los medios de armonización de colores, hasta los más inarmonizables. Los pintores temen al verde esmeralda mas que a ningún color, por ser el menos asociable de todos los colores, y, sin embargo, es el más repartido en la naturaleza, como si Dios, dice el *abate Vassart,* hubiera querido complacerse armonizando por todas partes el verdor natural del follaje con el color de toda especie de flores, frutos y suelos. ¿Cuál es el secreto de esta armonía? se preguntan los *Padres Lacouture y Vassart.* Veamos las causas de atenuación que observamos a nuestro alrededor:

a) Las variaciones innumerables de tonos y matices en el *verde* de las hojas; sea con sus formas más o menos alabeadas; sea con las diferentes especies de plantas, con sus distintas estructuras en las dos caras de sus hojas; sea por el variado ángulo con que se presentan a la luz las diferentes

hojas por sus distintas leyes de inserción de sus tallos; estas variaciones nos enseñan, puestas en juego, un manantial inagotable para armonizar con los objetos vecinos, todos los matices y todos los tonos de las hojas.

b) La extensión relativamente reducida de las hojas, que están frecuentemente dentadas, lobuladas, aplumadas, etc., es un segundo correctivo, otro elemento de armonización que hace sufrir al verde de las hojas las modificaciones cromáticas y formar los matices de transición.

c) Por fin, el contorno de las hojas, por efecto de las bracteas y sépalos, como una especie de engastamiento que dulcifica la transición del verde de las hojas al color a menudo tan brillante de los pétalos. Tenemos además un tercer correctivo que se encuentra a cada paso en la naturaleza para armonizar los matices más disparatados o más chillones, como son los colores complementarios.

De estas observaciones, deduce el *abate Vassart,* que la oposición entre dos colores se atenúa tanto más cuanto menos francos son los tonos, cuanto la extensión ocupada por ellos es tanto menor y cuanto la línea de separación de ellos es menos rígida.

51. **Condiciones de la armonización de colores.** Precisando pues las condiciones de armonización, tenemos las siguientes:

1.° *Armonización por alteración de tono o de matiz.* Se puede sentar el principio que: «La oposición entre dos colores se atenúa hasta el punto de no provocar ninguna impresión desfavorable, y por lo mismo hacerse armónica la relación, si se le hace sufrir a uno de ellos una modificación de matiz o de tono que aproxime uno al otro». Así es, que en los tapices, tinturas, pintura de tablas, etc., se pueden elegir para los bordes los colores más distantes de los del fondo, si se tiene cuidado de agrisar, sombrear o lavar uno de los dos matices y mejor si se hace sufrir a ambos matices la misma modificación. La transición en este caso está mas dispuesta al éxito si los matices han resultado menos diversos o menos chillones y la modificación sirve de lazo de unión entre los dos colores.

A la luz de estos principios cabe analizar y explicar ciertos hechos de observación bien conocidos y que a primera vista parecen contradictorios. ¿Por qué, por ejemplo, dos matices disonantes sobre el algodón no lo son más sobre la seda? Ello se explica porque en la seda siendo una fibra muy lisa y muy reflectante para la luz, los dos matices aumentan sobre la seda y no sobre el algodón la proporción de luz blanca reflejada suficiente que les sirva de lazo de unión a los colores. ¿Por qué se preparan los tejidos

para los países del Mediodía y de Oriente con colores vivos que no serían admitidos su uso en el Norte? Porque estos colores chillones pierden violencia iluminados por la luz viva del sol, en aquellos paises, que aclara y diluye su brillo, disminuyendo su intensidad cromática, suavizando su efecto, demasiado violento en la luz velada de los del Norte. ¿Por qué, por otra parte, cabe asociar los matices complementarios o aquellos más opuestos en la decoración de las cortinas? Pues porque por fuera estas son sombreadas y por dentro aclaradas por transparencia y lavadas por viva luz, con ello nada queda que pueda ofender el sentimiento estético.

Este principio, una vez bien comprendido, es una antorcha que ilumina y guía los pasos del colorista y es del mayor alcance en sus aplicaciones.

2.° *Armonización por modificación de la extensión relativa de las superficies coloreadas.* ¿Quién no ha visto, escribe el *abate Vassart,* las vestiduras abigarradas de *Arlequín* y los tejidos que todo el mundo conoce con el nombre de *escocesa?* En ambos casos pueden encontrarse yuxtapuestos los matices absolutamente idénticos y en tanto que de un lado el abigarramiento es de un efecto charro y hace al personaje ridículo, en el otro caso el efecto es agradable y atrae la atención por el encanto de la armonización. ¿Por qué esta diferencia siendo los mismos matices los combinados en uno y otro caso? Es que en el vestido arlequinesco los colores ocupan grandes superficies y en las escocesas, al contrario, las superficies en que se reparten los colores son pequeñas relativamente y forman filetes que sirven de puente de paso o lazo de unión de un matiz al otro.

La misma explicación puede darse a esta diferencia de efectos los que producen los matices fúnebres y los géneros *de luto;* en el primer caso, se tienen grandes superficies negras sobre las cuales destacan, de manera chillona, algunos motivos blancos (lazos, flores, cruces, etc.), pero este efecto es representativo, y se quiere como obtener un efecto análogo al de la bandera; es la bandera de la tristeza, y el conjunto estético se sacrifica a esta impresión de simpático dolor que reclama la circunstancia. En las telas semiluto, el blanco y el negro no ocupan más que superficies de poca extensión, los pequeños motivos en blanco están distribuídos a través del fondo todo negro y el tejido tiene su encanto.

En cuanto los rasgos de la escritura o de imprenta en negro sobre fondo blanco, el efecto no resulta nada duro a causa de la tenuidad de los rasgos; además, el hábito nos familiariza y se transforma en ley de contraste que facilita la lectura, lo mismo sucede en la escritura en blanco sobre fondo negro, solo que en este último caso, efecto de la irradiación, aparecen más

grandes y en el primer caso los rasgos negros sobre fondo blanco, más pequeños.

Otros hechos se explican por este caso de armonización, así: Si vemos pintada una pared imitando ladrillos rojos, separados por líneas blancas que representen las junturas, nos satisface, o blanco dividido por filete rojo imitando piedras; además de influir en ello la división de superficie en partes relativamente pequeñas, hay que tener en cuenta el efecto, que se añade, de la *repetición,* elemento habitual del arte decorativo, para hacer desaparecer las oposiciones de los detalles en un conjunto armónico. Si la pared se pintara de rojo ladrillo todo sin divisiones, el efecto sería horrible. También resultan armonizadas telas blancas o de color, divididas en pequeñas superficies por cuadrados, o los ángulos formados por filetes diversamente matizados.

3.° *Armonización por el empleo del encajamiento.* Este modo de armonizar los colores es el más sencillo y puede ser frecuentemente empleado. El efecto de encajar o envolver con un filete blanco o negro, o de un color cualquiera, una superficie coloreada para que ésta pueda armonizarse con otra superficie coloreada de cualquier matiz, se comprende y se explica con los anteriores principios; este filete prepara la transición. Si es negro, los matices complementarios que separa viene a apagarse o absorberse en el negro, el dibujo será mas limpio por este filete, los matices serán avivados por efecto del negro y la composición no tendrá nada de chocante, en tanto que los mismos matices pero no encajados, por ejemplo, un tapiz con extensos dibujos amarillos sobre fondo azul claro no producirían sino una impresión deplorable, los contornos sobre los dibujos estarían más definidos y los dos colores que contrastan, marcando estos contornos, nada tienen de agradable para el sentimiento estético.

Un filete blanco encuadrando los dibujos tiene todavía la ventaja de resaltar los contornos y toma, por efecto del contraste simultáneo, un matiz compuesto que sirve de transición. En el caso anterior de dibujos amarillos sobre fondo azul, este color parecerá colorear el filete blanco sobre un matiz verde, porque el azul arrojará sobre el blanco vecino sea complementario o sea el amarillo, y el amarillo arrojará sobre el mismo blanco su complementario o sea un azul, lo que dará al filete blanco un matiz compuesto de amarillo y azul, que producirá, por tanto, el efecto de un filete verde.

Lo que hemos dicho sobre armonización de colores, en general, se aplica igualmente a los colores complementarios. No se puede producir un buen

efecto asociándolos en tanto uno de ellos no sea franco, o él no ocupe una superficie relativamente menor que el otro, o que la línea de demarcación que los separa no sea demasiado rígida. A este efecto, dice *M. Ch. Blanc*, en su «*Grammaire des Arts decoratifs*». La ley de los colores complementarios, en estas aplicaciones a las industrias, no tolera jamás a dosis iguales el amarillo y el violeta, el rojo y el verde, el azul y el anaranjado. Cuando estos colores se presentan yuxtapuestos, el uno debe prevalecer en mucho sobre el otro en su extensión, de otro modo dicho, uno debe ser principal, el otro accesorio. Por ejemplo, un sillón aterciopelado y en damasco amarillo tendrá filetes violados, y, si está acolchado, botones violados. En virtud del mismo principio, los filetes de un sillón rojo serán verdes. De suerte, que en tesis general, si se quiere tener relación, franqueza, sinceridad en el efecto decoratorio, toda la pasamanería de los muebles, cortinas, galones, canelones, los ribetes bordados, borlas y franjas, deberán ser del color complementario de la tela. Así es evidente que para yuxtaponer dos piezas de tela, la una roja y la otra verde, si la línea de separación es demasiado recta, demasiado rígida, el efecto de esta aproximación no puede ser más que malo, porque el contraste es demasiado violento; si al contrario el tiene un encaje o si tiene molduras en forma de línea quebrada de ángulos agudos, la transición quedará así preparada.

El abate *Vassart*, termina su capítulo de armonización de colores, con el siguiente párrafo: «Se ve por los principios expuestos que *si hay mucho de acomodamientos con el cielo,* no los hay menos con el arte y que los manantiales de éste son indefinidos, si se considera cual es el número de matices y el número, todavía mejor, de combinaciones de matices entre los cuales los principios sentados pueden establecer la armonía más deseable para el placer de la vista y el encanto natural de la vida».

El *analizador de Kallab* ha sido empleado, con gran utilidad, para la armonización de colores y para encontrar los complementarios armoniosos de colores primarios, secundarios y aun los terciarios, y los obscurecidos por el negro o aclarados por el blanco. Aunque las reglas de armonizacion dadas anteriormente pueden servir de orientación al artista, sin embargo, algo hay que dejar al genio y a la inspiración, no se puede rigurosamente esclavizar a estos con leyes y reglas. Al artista que crea instintivamente, para ayudarse en su técnica, le desempeñará un gran papel el *analizador,* para darse cuenta fácilmente del efecto producido por los tonos que ha imaginado. Es también aprovechable en la enseñanza en las Escuelas industriales y en las fábricas y tintorerías para guiar al técnico.

52. **Aplicaciones de los conocimentos expuestos sobre contrastes de colores complementarios y armonía de los colores en tintorería y estampados.** Debido a los conocimientos hasta aquí indicados, el arte industrial podrá caminar con paso más seguro en todos los asuntos con aquellos relacionados.

En la coloración de tejidos es necesario concebir primero un motivo, el cual en nuestros días, la estilización de la planta es una mina inagotable a la cual piden los artistas inspiración para crear sus bocetos, sin embargo, es menestes evitar el defecto que consiste en querer imitar la pintura en la decoración de tejidos. En muchos casos, en las alfombras, en los tapices de mesa, en los que recubren sillones, sería un contrasentido el hacerlo; solo debe usarse en las grandes tinturas artísticas, como el género de tapicería de los Gobelinos, pues sería de mal efecto andar, apoyarse en los codos y sentarse sobre personajes, animales, monumentos o sobre efectos de perspectiva representando lagos, ríos, bosques, galerías, puentes, túneles y, en general, todo lo que pudiera dar la ilusión de objetos reales y produciría una mala impresión. Entre el pintor y el decorador, en la elección de objeto es más amplio el horizonte, en cambio, para este último, hay más libertad en la elección de colores buscando tan solo efectos de la armonía de coloración.

En la aplicación del color sobre el tejido, donde el decorador-tintorero tiene menos dificultad es en los tejidos crudos, para los cuales puede elegirse con libertad el que se quiera. En los tejidos para trajes el color es muchas veces impuesto como característica de las funciones que desempeña el que haya de vestirlo: eclesiástico, empleado civil, militar de tierra o mar, uniforme de colegial o de asilado, etc. etc.; los matices están en relación con el simbolismo que representa o las condiciones relativas a la profesión. En todas las otras circuntancias, la moda, el capricho, el gusto, impera en la elección de color, claro y obscuro, brillante o sombrío; fuera de especiales consideraciones, son colores más en boga el verde obscuro, rojo granate, azul turquesa, violado obispo, el marrón y el matiz topo, son los más buscados por el público y cautivan y acaparan los favores de la moda.

Es más difícil la elección cuando se trata de combinar dos colores en un tejido, sin embargo, en algunos casos no presentan seria dificultad. Por ejemplo, en las mezclas de peinado teñido o estampado vigoroso, los matices están tan bien fundidos que el blanco y el negro pueden asociarse en toda proporción para dar toda la gama del gris; de igual manera los colores complementarios podrán emplearse en la más rica variedad de matices sin

chocar por su contraste, porque los elementos coloreados se reducen a pequeñas líneas o hasta sencillos puntos.

El mismo principio se aplica a los tejidos a dos colores o los de doble tinte llamados género Coburgo, obtenidos con urdimbre y trama de colores distintos y hasta complementarios, pero sin efectos emotivos, estas telas fabricadas con hilos teñidos antes de tejerlos o en pieza de materias textiles diferentes, con los dos colores deseados, no pueden resultar chillones porque los elementos coloreados distintamente y yuxtapuestos, son de muy poca extensión. El todo de la elección consiste en la elección de colores los más en boga por la moda, por la estación o el país. Lo que decimos de este género Coburgo se aplica a la coloración de tejidos fantasía de lana con efectos de algodón, cuyos efectos se deben a un hilo del algodón regular o fantasía torcido con un hilo de lana, en el que el algodón queda blanco o bien tintado con cualquier color, hasta el complementario del matiz de la lana que forma el tejido; este efecto es siempre agradable, constituye líneas que se cortan en el tejido, o sean un punteado, es un sembrado que resalta sobre el tejido, siendo tan pequeñas las extensiones distintamente coloreadas que cualquiera que sea la combinación de colores, nunca resulta chillón.

Ahora bien, la elección de dos colores para el tejido Jaquard, con dibujos o motivos que llaman la atención por su desarrollo, es problema ya más delicado para el colorista. Para resolverlo propone el abate *Vassart* tener en cuenta los principios siguientes:

a) Dos tonos en el mismo matiz concuerdan siempre bajo el punto de vista cromático y dan un efecto agradable a la vista, es el género llamado *Camaïeu* (camafeo), pero para la elección del color, debemos hacer que ninguno de estos choque, haga ridículo o sea irracional, como si se colorearan las rosas con tonos de verde o azul, que sería un contrasentido porque no existen rosas verdes ni azules.

b) Además, para dos tonos de un mismo matiz, el más obscuro debe servir de fondo o encuadrar, porque el motivo, en la intención del compositor, siendo la parte principal del boceto, debe atraer la atención del cliente, sobre ella, y sabido es que la vista es atraída más donde hay más luz, y, en lugar de tener dos tonos de un mismo matiz se tiene un gris, más o menos obscuro, para que haga de fondo o encuadre y otro color para representar el motivo, según el principio ya indicado, el ojo se dirigirá instintivamente sobre el color y por consecuencia sobre el motivo, y el negro del fondo hará resaltar ventajosamente el matiz.

c) Lo que se ha dicho sobre el efecto armonioso de dos tonos de una misma gama cualquiera puede decirse de una misma gama, dejando entre ellos dos intérvalos iguales, o, todavía mejor, matices fundidos o sombreados que son gamas que van del claro al obscuro o *viceversa,* por grados insensibles. La sombra de un matiz puede llegar a fundirse con la sombra del otro matiz, lo más frecuente del matiz complementario, sea por los tonos claros sea por los obscuros, lo cual produce las *sombras en cuna,* y siempre el efecto es de los más armoniosos, porque en los tonos claros la gran cantidad de luz blanca, y en los tonos obscuros la poca luz blanca, suaviza la transición de un matiz al otro, y que, cerca del blanco o del negro, estos dos matices estén también lo más alejados que sea posible del máximum de intensidad cromática, la cual daría un efecto chillón con matices complementarios sobre superficies de cierta extensión.

Ya hemos visto, en anteriores párrafos, que nunca se producen efectos desagradables asociando dos colores derivados de un mismo color franco, ni asociando dos matices cualesquiera, aunque sean complementarios, cuando solo recubren superficies pequeñas, y sobre todo cuando en lugar de estar yuxtapuestas, están encajadas por un filete blanco o negro. También se puede hacer entrar en una misma composición decorativa un color franco y muchos otros compuestos del color primitivo y proporciones distintas de gris obscuro, lo cual daría, por ejemplo, cierto número de anaranjados o rojos de diferentes grados en serie o rebajados.

Para asociar tres colores procediendo con método, no podemos más que recurrir a las *triadas* del método de *Rosenstiehl.* Estas triadas son tres colores, que en el triángulo de *Rosenstiehl* (Fig. 13), ocupan sus tres vértices y por consecuencia están distantes unos de otros 120° y gozan de la propiedad de los colores fundamentales de dar sobre el disco rotatorio, la sensación del blanco por su excitación igual, es decir, con los sectores coloreados iguales. Así, por ejemplo, seria una triada el rojo, amarillo-verde y azul. No solamente se pueden formar asociaciones armoniosas con los tres colores de una triada, sí que también pueden asociarse todos los matices obtenidos por la degradación de estos tres colores, lo que multiplica extraordinariamente los manantiales para el arte del colorista, y aun se pueden ampliar estos empleando triadas complementarias y todas las degradaciones de estos seis colores, que pueden llenar todas las necesidades del colorido.

Además, fuera de estas sencillas combinaciones, existen todavía matices que pueden encontrarse en la tabla cromática, que no forman triadas, pero que pueden asociarse tres a tres, en las intensidades requeridas para ob-

tener el blanco por la rotación del disco. Existe pues un campo ilimitado abierto a las determinaciones científicas y a las experiencias metódicas.

Los fabricantes de tejidos han impuesto sus coloridos a tintoreros y estampadores, fundando la elección de los colores en la facilidad de venta de sus tejidos, y entonces es solo el instinto o el sentimiento el que guía a la clientela. Para llegar a una solución satisfactoria, recordemos que las telas de amueblamiento deben formar un conjunto armonioso con los colores de las maderas, muebles, cuadros de pinturas, que se eligen previamente para adorno y utilidad de los diferentes departamentos de la habitación, y tenemos los primeros datos para resolver la cuestión. Las maderas de chapeado y las maderas naturales más frecuentemente empleadas son el palisandro y caoba que derivan del 5º anaranjado, el roble y nogal no pulimentado que derivan del 2º anaranjado amarillo, el arce que deriva del 3º o 4º anaranjado amarillo, y el industrial determina, por la experiencia, los colores que están en mejor relación con las maderas de los muebles y, por consecuencia, están más en boga para colorear las telas de tapizar.

Aun da el abate *Vassart* otra explicación del gusto u orientación del colorido de las telas para muebles, más lógica y racional. El color de la madera corresponde al anaranjado amarillo que es armónico con el color de *carne*, que no es más que anaranjado amarillo mezclado con mucho blanco y este color es el matiz de la raza blanca o caucásica; llegándose a la conclusión que la masa de compradores, el 99 p% de entre ellos, obedecen más bien a una impresión que a un conocimiento razonado, dando su preferencia en los colores para muebles, telas y maderas, hacia los colores que mejor hacen resaltar la figura humana de nuestra raza. Deben, pues, tener esto en cuenta, particularmente los exportadores de estas telas, para usar colores armoniosos con los matices de las razas (amarillo, rojo y negro) que pueblan los países donde se envían.

53. **Otras aplicaciones.** Entre los conocimientos adquiridos sobre el contraste simultáneo de los colores, se encuentra la explicación de por qué los comerciantes de naranjas, tienen buen cuidado de no colocarlas nunca sobre el papel rojo vivo, lo que depreciaría su valor por hacerlas aparecer más verdes, pero sí sobre fondos violados, y las aclaran con bujías rodeadas de papel rojo, doble condición favorable para dar a dichos frutos el color anaranjado. Los fabricantes de encajes o randas las presentan al público sobre papel amarillo y no sobre verde o blanco. Una misma tinta tipográfica tendrá efecto más satisfactorio sobre fondo amarillo y un efecto mediocre sobre fondo azul o violado.

En Arquitectura, en las grandes superficies, se toma el tono gris o crema para dar al conjunto de la construcción el aspecto más grandioso por el «*tono piedra*» y para simular, con ventaja, estas grandes superficies son divididas de una manera regular por filetes rojos sobre fondo piedra en gris o en crema y por esta sencilla decoración, además de que se armonizan bien los colores, se da al aspecto de la construcción un aire más monumental. En otros casos todavía, y esto se aplica mejor en superficies del interior que se quiere decorar, como las paredes de un corredor, se pinta un zócalo de verde bastante obscuro, después por encima un verde más claro recortado en tableros, cada uno de estos se encuadra por un borde en rosa, de muy buen efecto que nada tiene de chillón, porque la superficie rosa es de pequeña extensión con relación al verde; y en cuanto al verde del zócalo y al verde de los tableros, es fácil de ver que ellos concuerdan en la armonía de gama.

En la escultura, como ordinariamente se deja el color natural de la materia que se esculpe, nada tenemos que advertir, pero en los objetos en que se hace aplicación del color, como yeso, cartón piedra (imágenes religiosas, figuras para decoración, objetos imitación a naturales, frutas, flores etc.) entonces la coloración está impuesta por la naturaleza de las cosas que se reproducen o por las tradiciones históricas dejando poco lugar a la imaginación y fantasía del artista.

Para el pintor, análogamente que para el escultor, el colorido se copia del natural en lo posible o se funda en datos históricos. Quizás la única preocupación del artista sea respecto al problema del color el buscar fondo a propósito para hacer destacar mejor el asunto de que trata el cuadro.

54. **La fluorescencia.** De un artículo publicado por *M. O. Bearder*, en la «Journ. Soc. of. Dyers and col—1911», traducido por *P. Carre* en la «Revue generale des matieres colorantes, de la teinture, de l' impresión et des apprêts» Marzo 1912, copiamos la teoría y generalidades sobre este asunto.

La *fluorescencia* puede ser considerada como una luminiscencia particular que presentan ciertas substancias bajo la acción de la luz. Se sabe que este fenómeno pertenece más bien a los cuerpos sólidos que a los vapores y soluciones. Según *Stoke* ella es debida a la transformación de una luz de longitud de onda dada en otra de longitud de onda más grande. La fluorescencia, sin embargo, no parece ser una propiedad inherente de los cuerpos y puede desaparecer o aparecer según las condiciones en las cua-

les estos últimos están colocados. Así es como la solución de fluoresceína en la acetona no es fluorescente, en tanto que la misma substancia en solución alcalina posee una fluorescencia intensa. Una solución de sulfato de quinina es muy fluorescente en el campo de los rayos emitidos por el arco eléctrico, de los rayos ricos en ultraviolados, en tanto que no presenta ninguna fluorescencia en la parte media del espectro o en el rojo.

Al lado del papel tan importante que desempeña el disolvente en la fluorescencia de los cuerpos, es necesario hacer notar también la influencia de la dilución de las soluciones sobre dicha propiedad que aumenta en general con la dilución; es el caso de las soluciones alcalinas de la fluorescencia que no poseen ninguna fluorescencia en licor concentrado y se hace fuertemente fluorescente en solución diluida. Se ha creido que estas diferencias procedían del grado de disociación de la substancia disuelta, pero ello es poco probable, porque la fluorescencia de la eosina es seis veces más pronunciada en solución alcohólica que en disolución acuosa.

Se sabe, finalmente, que la fluorescencia depende todavía de la temperatura: ciertas substancias, como el sulfuro de calcio, no fluorescentes a la temperatura ordinaria, se hacen fluorescentes cuando se calientan; otros como la benzofenona, la esparraguina, los ácidos úrico e hipúrico, el ácido salicílico, etc., se hacen fluorescentes hacia los 180°.

El fenómeno de la fluorescencia puede ser considerado bajo un punto de vista diferente de los anteriores, el de la composición química del cuerpo fluorescente. *R. Meyer* atribuye la fluorescencia visible a la presencia, en la molécula, de ciertos grupos atómicos que el llama *fluoróforos*, así es como

CO

él considera el núcleo de la *pirona* (II-227) como un fluoróforo

O

muy activo. La pirona ella misma no es fluorescente pero se haría por asociación con otros núcleos, los bencénicos por ejemplo, como en la fluorana y la fluoresceína.

La teoría del fluoróforo es análoga a la del cromóforo de *Witt* (II-427). El hecho de que la ftaleína del fenol no sea fluorescente cuando la fluoresceína está dotada de esta propiedad, parece muy bien indicar que el fenóme-

no debe ser atribuído a la presencia del grupo de la pirona. Mientras esta teoría falta en el caso de los tres dimetildioxifluoranas siguientes:

O
HO OH
H_3C C CH_3 (I)
O
C_6H_4 — CO

O
HO CH_3
HO C CH_3 (II)
O
C_6H_4 — CO

O
H_3C CH_3
HO C OH (III)
O
C_6H_4 — CO

Porque el primero solo es fluorescente en licor alcalino, aunque cada uno de ellos posee dos núcleos bencénicos ligados al núcleo de la pirona.

Una teoría más general de la fluorescencia consiste en admitir que los cuerpos fluorescentes pueden existir bajo dos formas tautómeras y que existe entre estas dos formas un equilibrio oscilante, resultado de un movimiento vibratorio muy rápido entre las moléculas. Esta teoría puede aproximarse a la de los electrones, y está perfectamente de acuerdo con los hechos anteriores. Se concibe, en efecto, mejor que esta isomería dinámica sea presentada por los cuerpos que tengan una estructura simétrica. En el caso del amarillo de acridina (II-635) (constitución simétrica) es donde la fluorescencia es mucho más pronunciada que el de la crisanilina (constitución disimétrica) y aún otras substancias. Es bueno añadir, sin embargo, que esta teoría presenta también algunas excepciones.

Meyer y Stork, habiendo hecho un examen sistemático de los compuestos aromáticos, los distribuyen en tres clases: 1.° los que presentan una

fluorescencia visible; 2.° los que presentan una fluorescencia solamente en la zona del ultraviolado y 3.° los que poseen los dos anteriores modos de fluorescencia. Se ha hallado que el benceno y sus derivados son en general fluorescentes en la zona ultraviolado y la introducción de grupos substituyentes en el núcleo bencénico vuelve a traer la fluorescencia hacia la parte visible del espectro. El núcleo de la pirona es especialmente activo, sus derivados son fluorescentes en la parte visible del espectro; la condensación de muchos núcleos bencénicos, como en el naftaleno, el antraceno y fenantreno, producen un resultado análogo.

CAPITULO III

Solidez de los colores

55. **Generalidades.** Se dice que el color de una tela tintada es *sólido,* cuando, por el uso, el matiz de la tela no cambia. Esta cuestión de la solidez está íntimamente relacionada con los usos que de la tela se hace, según se emplee, para vestidos, cortinajes, manteles, tapicería, ropa interior, etc. etc.

Depende la solidez también no solo del colorante empleado, sino además de la clase de fibra que se tiñe (algodón, lana, seda, etc.) y del procedimiento de tintura seguido. Un mismo colorante teñido sobre diferentes fibras o teñido sobre la misma por medio de otro procedimiento diferente, puede tener propiedades distintas que hagan que el color formado sobre la fibra o tela tenga diferente resistencia a los agentes atmosféricos y naturales (luz, oxígeno, calor, etc.) o bien agentes químicos determinados (agua, sudor, jabón, descolorantes, ácidos, etc.) o a las acciones mecánicas (presión, frotamiento, etc.)

La benzopurpurina, por ejemplo, así como el Congo brillante y otros diversos colorantes substantivos, son sencillamente más sólidos a la luz y al lavado, sobre lana que sobre algodón; el azul de metileno, al contrario, es más sólido sobre algodón (mordentado al tanino) que sobre lana. Debe tenerse en cuenta en el asunto de la solidez de los colores, el apresto que ha de recibir la materia tintada, para poder en consecuencia elegir el colorante adecuado para recibir y resistir dicho apresto.

Es, pues, casi imposible indicar el grado de solidez de un colorante en todos los casos, porque la idea de solidez por sí misma nada significa, y puede ser interpretada de modos muy diferentes. Un color muy sólido a la luz puede, sin embargo, ser muy falso al batán ácido o alcalino o viceversa. Así, pues, las propiedades de solidez pueden ser solamente, en general, in-

dicadas como buenas o malas; dar una garantía para todos los casos que puedan ocurrir en la práctica, es, naturalmente, imposible.

En todos los casos, no tiene la misma importancia la clase de solidez del colorante. Asi, por ejemplo, un vestido debe tener color sólido a la luz, pero no necesita solidez al azufre, al cloro, o al batán. Una tela de tapizar muebles debe poseer gran solidez a la luz y al frotamiento, pero no lo necesita al lavado; unas medias deben tintarse con colorante sólido a la luz, al roce y también al lavado y al sudor a cuya acción ha de estar sometido el color, estas dos solideces últimas son para estas prendas de vestir de importancia capital, dado el uso que de ellas se hace. Por lo dicho, podemos deducir que: la solidez de un colorante debe referirse principalmente en su relación con determinada mercancía, pues sabido el empleo que a esta se destina, puede calcularse las influencias a que estará sometida la tintura y qué grado de resistencia deberá esta ofrecer.

Es un error, muy divulgado, el creer a los colorantes naturales con mayor solidez que a los colorantes artificiales orgánicos y no es así, pues, en estos años se ha enriquecido tanto el número de estos últimos, que tan excelentes tintes sólidos producen, que bien se puede asegurar que los colores obtenidos no solo rivalizan sino aventajan, en mucho, a los colores originados por los palos tintóreos y otros órganos vegetales.

Una dificultad para producir matices de colores sólidos, es el poco cuidado que presta el tintorero en la elección de las materias colorantes que emplea en el pequeño tinte, mas bien que la solidez busca la economía y el rendimiento del colorante, fiándose de las casas comerciales de estos productos que, en su gran competencia entre ellas, facilitan todos los medios para vender al industrial de tejidos toda clase de colorantes, haciendo posible establecer en sus fábricas pequeñas tintorerías en las cuales no pueden hacerse todos los tintes con colores sólidos, como en los procedimientos «al gran tinte».

Por otra parte, el cliente exige variedad de colores en el muestrario y ciertos matices brillantes que gustan al consumidor no son realizables en colores sólidos. Si el cliente mejor informado supiese que ciertos colores al cabo de poco tiempo, por la luz, el lavado, etc., desmerecen, quizás prefiriesen los colores más sólidos aunque los matices no fueran tan vivos, mayormente sabiendo que, la diferencia en obtener colores sólidos a los que no lo son, no encarecería la mercancía más que en el 20 p§.

Cuando los objetos que se tintan han de tener poca duración, como juguetes, flores artificiales, cintas de colores brillantes, claro está que pueden

emplearse, colores aunque sean fugaces, pues el artículo es solo de apariencia y se busca en él principalmente la baratura; no pasaría igual tratándose de tapices, telas para muebles, cortinajes, etc., que es mucho el tiempo, por ser caros los tejidos, que se requiere en su uso y han de estar muy expuestos principalmente a la luz.

Para los tejidos dedicados a trajes es donde más debieran ser los colores sólidos, ya que si antes de estar fuera de uso se descoloran, aunque se siga llevando el vestido, por estar todavía nuevo, se lleva muy a disgusto. En estos en donde debe emplearse más el *gran tinte,* aunque las telas sean algo caras, para que la tintura guarde sensiblemente la intensidad de color en tanto el artículo no esté usado o pasado de moda, con todo y sufrir las consecuencias del uso a que vaya destinado.

Aunque la paleta de colores sólidos es todavía muy limitada para responder a todas las exigencias de la moda y por ello el tintorero, que a ésta quiere complacer, tiene que recurrir, *a fortiori,* y con frecuencia, al empleo de colorantes menos sólidos y hasta fugaces, nunca debe, sin embargo, admitirse que la fugacidad sea la causa de la elección del colorante, pues no es la clientela, que ha de buscar el fabricante de tejidos, la que desea que pierda color el traje para retirarle por inservible y confeccionarse uno nuevo de otro dibujo, color y figurín más a la moda; esto es una excepción; al lado de esta minoría insignificante, se observa inmensa mayoría de obreros y de clase media (empleados, etc.) cuyos jornales modestos no permiten la renovación frecuente de vestidos, cada vez que cambian de matiz, ni tampoco la substitución, de cortinajes, muebles, etc., cada dos o tres años, y al no poder permitirse ese lujo y recurrir a género barato, tienen que resignarse a continuar vistiendo trajes descoloridos y vivir en departamentos, cuyo color del tapizado y cortinas recuerdan cada momento la falta de fortuna. A esta inmensa mayoría de consumidores debiera satisfacer la industria en sus lejítimas aspiraciones, no haciéndola víctima de los malos tintes.

Por lo dicho anteriormente, venimos a sacar en consecuencia, que hay que educar la clientela, y hay que pagar al tintorero, algo más que se le dá, para que proporcione buenos tintes. Al tintorero se le ha de instruir debidamente del uso que ha de hacerse del artículo para que haga una juiciosa elección de los colorantes que debe emplear. Así, los tejidos de vestidos deben tener colores sólidos al aire y al barro, principalmente; los de lencería al lavado, al jabón y al cloro; los tapices la más fuerte resistencia a la luz. La intensidad del matiz ejerce también cierta influencia. Un color obscuro será mucho más sólido a la luz que los colores claros, pero en cambio

sucede todo lo contrario al lavado. El cliente cuando se convenza de la importancia que tiene la solidez del color, no rehusará pagar el poco aumento de precio que supone un buen tinte a un tinte casi simulado, como se realiza muchas veces en el pequeño tinte.

En algunos países se han preocupado seriamente de esta cuestión del buen tinte, desde hace poco tiempo, y de los medios más acomodados para remediar los tintes falsos. Los Estados Unidos elaboran, en grande el artículo sólido, pudiendo competir con el género francés. En Alemania, como resultado del Congreso de Dusseldorf, celebrado en 1908, se crearon sociedades de propaganda a favor del tinte bueno. En Inglaterra, los industriales suministran los productos con una marca que garantiza la substitución del artículo que no hubiera resultado a entera satisfacción. En Suecia y Noruega, sus gobiernos han puesto a disposición de los pequeños industriales de bordados y tapices, muestras de gran tinte con las explicaciones necesarias para obtenerlos. Francia, que poseía grandes centros tintoreros, la mayoría hoy destruidos por la implacable y salvaje guerra, como Roubaix, Lille, Rouen, Saint-Stienn, Lyón, no han realizado ninguna tentativa seria en este sentido, como también pasa en los centros industriales de España (Tarrasa, Sabadell, Alcoy, etc.) A pesar de tener aquella el centro más célebre del mundo, en manufacturas, el de los Gobelinos.

El fabricante debe dirigirse, no a que la clientela compre género más barato, haciendo la competencia a otros centros manufactureros, fundando la economía en la poca solidez del color, por ser el tinte más económico, porque así el consumidor engañado, recurrirá a los centros en donde se fabriquen artículos que puedan llevar muy a gusto y por más tiempo y en último término el descrédito al que más perjudica es al industrial.

56. **Solidez de los colores a la luz solar.** La acción que ejerce la luz sobre los colores tintados es sabida desde hace mucho tiempo; hace más de 2000 años se conocía ya el ennegrecimiento del bermellón por su exposición al aire. Hoy, se ha podido comprobar no solo la acción de la luz sobre los colores si que también que esta acción es distinta para cada clase de rayo coloreado que forma la luz blanca; el rojo es el menos activo, siendo el más el azul y violado que poseen más acción química.

La acción de la luz sobre los colorantes depende también de la clase de textil tintado, así, la safranina, resiste algo sobre algodón, mientras que el color es muy fugaz sobre lana. La solidez a la luz puede decirse que es fundamental y necesaria para todos los colores. En general, la solidez de los colores sobre lana es mayor que sobre seda o algodón.

Una materia colorante solo es descompuesta por los rayos coloreados que absorbe. Se sabe que ciertos reactivos como el anetol y la tiocinamina aumentan la sensibilidad de las materias colorantes a la luz, la reacción que se produce en este caso es todavía desconocida.

Las radiaciones que descomponen los colores varían con la naturaleza del colorante. Bajo este punto de vista, *M. K. Gerdhard* propone (Zeit. f. Angew. Chem. t. 24 pag. 2426—1911) dividir las materias colorantes en tres grupos principales: 1.° Las que son descompuestas por rayos de corta longitud de onda. 2.°-Las que se descomponen por rayos de larga longitud de onda y 3.° Las que son destruidas a la vez por radiaciones de corta y larga longitud de onda. La sensibilidad de las materias colorantes será variable con la clase de alumbrado.

La solidez de los colorantes a la luz depende de su peso molecular, generalmente, así, los derivados del antraceno, de mayor peso molecular, son más sólidos que los derivados de la anilina. También puede observarse que, generalmente, los colorantes que tiñen sobre mordiente metálico son más sólidos a la luz que los substantivos. Los colorantes que tiñen por oxidación son también más sólidos, pues la luz, que favorece la oxidación, haría en este caso cada vez más sólidos cuando con mayor energía actúe aquella, como ocurre al azul de añil y al negro de anilina, que si este último enverdece es debido no a la luz, sino a la presencia en el aire de elementos reductores: SO_2 contenido en el gas del alumbrado, etc.

Los colorantes pardean o se degradan por la acción de la luz, en mayor o menor escala, según las circunstancias, llamándose *colores al gran tinte* a los que resisten bien a la luz, de *medio tinte* a los que tienen una resistencia pasajera, y de *pequeño tinte* cuando la resistencia es poca.

Chevreul, hizo varias experiencias, demostrando que no es solo la acción química de los rayos solares la que influye en la solidez del color, pues exponiendo un cierto número de muestras tintadas con el mismo matiz, en el vacío, en el hidrógeno seco y húmedo, en el aire seco y en el aire húmedo, etc., encontró diferente resistencia a la acción de la luz solar, colores que se tenían por muy fugaces a la luz en aire húmedo, lo eran menos en el aire seco, y casi nada en el vacío o en la atmósfera de hidrógeno; estas experiencias repetidas por otros han demostrado que la acción de la luz es casi nula sin la intervención del aire y de la humedad. Un color parece hacer excepción a la regla, el azul de Prusia, *Chevreul* demostró que un tejido tintado con este colorante, se blanquea en el vacío por la acción de la luz solar,

y exponiendo nuevamente el tejido descolorado al aire y en la obscuridad, vuelve el color azul que antes tenía.

Koenig (Farber Zeit. t. 24. pag. 366—1913) cree que la formación de un peróxido del colorante, o de un hidrato del peróxido menos estable todavía, es debido a la acción de la luz que aumenta la actividad de la materia colorante, provocando a las valencias complementarias para que entren en reacción. La acción del oxígeno es particularmente eficaz en el caso en que la molécula del colorante encierre ciertos grupos como OH, NH_2, NH y también ciertos hidrógenos del núcleo, cosa no admitida por *Gerdhard*. Cuando se conoce el grupo que es atacado, se pueden obtener materias colorantes sólidas por uno de los siguientes métodos:

Alcoholación del grupo en cuestión o condensación con otras substancias de manera que lo vuelvan inactivo. Este medio no es muy práctico porque puede resultar una alteración de las propiedades tintoriales. *Erdmann* considera como tiozonidas los colorantes sulfurados que encierran el grupo S_2; se puede entonces explicar su solidez relativamente grande a la luz por su débil tendencia a unirse al oxígeno.

La alcoholación puede hacerse sobre el tintado en lugar de realizarse sobre el colorante. Los mejores resultados se obtienen introduciendo un compuesto que forme un complejo saturado con la materia colorante y que debe poseer una cierta afinidad por el auxocromo y también por el cromóforo. Pero este tratamiento puede alterar el matiz o atacar a la fibra. La afinidad del compuesto utilizado por el colorante debe ser más grande que la del oxígeno. Es necesario evitar con cuidado la formación de complejos sensibles a la luz o a la humedad. Como complejo particularmente sólido a la luz pueden citarse las sales metálicas de los colorantes **o**-oxiazoicos. El aumento de solidez a la luz por el metafosfato sódico es debido a la formación de compuestos de adición. *Gerdhard* ha propuesto con el mismo fin el empleo de complejos formados con los ácidos fosfotúngstico y fosfomolíbdico.

En ciertos casos, el complejo formado por la fibra y la materia puede resultar más sólido por la presencia de una segunda materia colorante. Así, el azul de indantreno y la antraflavona, dan un verde sólido, pero el azul de indantreno no puede ser reemplazado por ningún otro azul y la antraflavona no puede ser reemplazada por ningún otro amarillo poco sólido a la luz. Pero no se puede afirmar que el hecho sea general, es decir, que todo colorante sensible a la luz resultará más sólido añadiéndole otra materia colorante.

La solidez a la luz de muchos colorantes para lana y para algodón puede

aumentarse sensiblemente por medio de un tratamiento posterior con sales de cobre. Los colorantes básicos fijados con tanino son, en general, más sólidos a la luz que si se emplean otros mordientes.

Debemos añadir que en este asunto de solidez de los colores a la acción de la luz debe tenerse en cuenta: 1.° En los colorantes orgánicos, tanto naturales como artificiales, nunca pueden producirse matices de color *absolutamente* sólidos, porque toda tintura hecha con substancia orgánica, desmerece más o menos bajo la acción de la luz solar: 2.° Los matices claros obtenidos con pequeñas cantidades de colorantes uo poseen nunca la misma resistencia a la luz solar que los matices obscuros; y 3.° Que los colores por simple exposición al sol, blanquean o viran, en tanto que conservados al abrigo de la luz quedan intactos; y por último, 4.° Que es necesario hacer notar que existen muchos colorantes inorgánicos qne resisten a la luz, pero que estos compuestos no pueden ser aplicados en tintura más que en muy pocos casos.

Para comparar la resistencia a la luz de dos tinturas, es indispensable que ambas tengan la misma intensidad y que sean hechas sobre la misma primera materia. Las muestras comparativas permanecen frecuentemente expuestas a la acción del sol durante un tiempo mucho más largo del que corresponde a las necesidades de la práctica y terminan por palidecer. En este caso pueden presentarse diferencias entre dos tinturas que, con una exposición a la luz lo suficientemente necesaria, no ofrecerían ningún cambio y por tanto podrían considerarse como de igual valor para la práctica, en ciertos usos. Una solidez mediana basta para muchos artículos que son llamados a sufrir los efectos perniciosos durante su uso, pero que, sin embargo, deben resistir a una cierta exposición en los escaparates del comerciante. A veces una insignificante y repentina modificación del matiz hace creer que el colorante no tiene suficiente solidez a la luz, mientras que en realidad, modificando así su matiz, resiste después a la luz por mucho tiempo.

Se tiene como colores muy resistentes a la luz: el índigo, para los azules; el rojo de alizarina, para los rojos; la gualda y la tartracina, para los amarillos; el verde nafteno sobre hierro, para los verdes, etc. En cambio, son muy falsos a la acción de la luz, los matices con eosinas, eritrosinas, rodaminas y otros matices fugaces.

57. **Solidez de los colores a la acción de ciertas luces artificiales.** Toda tintura varía el reflejo de su matiz según la clase de

alumbrado, y como la luz artificial varía de espectro luminoso y químico según su naturaleza, la accion es distinta según este último.

Una de las luces en que se han hecho modernamente muchas experiencias, es la luz producida en una lámpara de mercurio en ampolla de cuarzo. La luz de los vapores de mercurio encerrados en esta ampolla es muy rica en radiaciones ultravioletas, las más enérgicas químicamente, pero le faltan los rayos rojo, anaranjado y amarillo, pues su espectro empieza en la franja del verde.

M. W. Harrison (1912), confirma experiencias de *Walther y Scheurer* (1910), según las cuales la luz de la lámpara de mercurio no obra de la misma manera que la luz solar sobre todas las materias colorantes. Además, la acción de la luz de una lámpara de mercurio depende de su intensidad.

Demuestra también *Harrison* (Journ. Soc. Dyers and Col. t. 28 pág. 225, 1912) que la celulosa se descompone bajo la influencia del aire y de la luz con formación de substancias reductoras. En el vacío y bajo la luz de una lámpara de mercurio, la celulosa obra como substancia reductora, reduce al flavantreno y otras materias colorantes al propio tiempo que ella queda oxidada. Este poder reductor de la celulosa crece con la intensidad de la luz de la lámpara.

La luz solar no obra de la misma manera sobre la celulosa, en el vacío, bajo la influencia de aquella, ésta no adquiere sino un débil poder reductor, pero la hidrocelulosa y la oxicelulosa reducen el flavantreno y el azul celeste diamina. Así se explica como los colorantes directos no se alteran en el vacío bajo la influencia de la luz solar.

La mayor parte de los colorantes no se alteran por la acción de los rayos ultraviolados en ausencia de la fibra y del aire. Los colorantes directos no son perjudicados en ausencia de la fibra; los colorantes básicos no lo son al abrigo del aire. La alteración de estos últimos resulta ordinariamente de fenómenos de oxidación, pero puede también producirse por reducción. Gran número de substancias favorecen esta alteración de los citados colorantes, así como el aceite, principalmente, facilita la oxidación de los colorantes de tina.

La lana no es reducida como la celulosa bajo la acción de los rayos ultraviolados.

Las emanaciones del *radium* ejercen una acción destructora sobre la celulosa y sobre un gran número de colorantes directos y básicos, y sobre el índigo, pero solo tiene pequeña influencia sobre el indantreno y el rojo *para*.

58. **Influencia de ciertos cuerpos grasos sobre la solidez a la luz de ciertas materias colorantes.** *M. R. Hannay* (Journ. Soc. Dyers and Col. 1912), habiendo expuesto a la luz solar un cierto número de tinturas previamente tratadas por emulsiones de cuerpos grasos diversos ha comprobado que la solidez de estos matices es diferentemente afectada según los cuerpos grasos empleados.

Los aceites de colza y nuez de coco provocan una alteración mayor que los aceites ordinariamente empleados, lo mismo que el aceite de castor que debe ser en absoluto desterrado. El aceite soluble y el jabón monopol son los que producen el máximum de alteración. Es curioso hacer nótar que en el caso de emplear colorantes sulfurados la alteración provocada por la mezcla de aceites de oliva y de cacahuete es más pronunciada que la alteración producida por cada uuo de ellos aisladamente; este fenómeno puede ser debido a algún producto indeterminado empleado para falsificarlos.

La materia grasa ideal con relación a la solidez a la luz sería el ácido esteárico, desgraciadamente no suaviza bastante los aprestos. En ciertos casos es posible emplear el estearato de amonio. Los aceites de oliva, de cacahuete y de maiz parecen los mejores; el primero tiene la desventaja de ser caro, pudiendo ser substituído por el segundo que hasta ahora se ha empleado poco, el aceite de maiz tiene la ventaja de ser barato; pero el inconveniente de comunicar a los tejidos un olor rancio, después de la conservación.

El almidón soluble y la dextrina blanca no afectan sensiblemente la solidez a la luz, lo mismo que la glucosa, en tanto que el perborato sódico y lòs agentes oxidantes son tan perjudiciales como el aceite de castor.

Podría suponerse que la alteración de los colorantes a la luz, en presencia de los cuerpos grasos, estuviera en relación con la cantidad de ácidos grasos no saturados que contienen estos cuerpos, pero elló es poco probable puesto que el aceite de nuez de coco, que no encierra más que el 30 p% de ácidos no saturados, es tan perjudicial como el aceite de castor que contiene el 96. p% de ácido ricinoleico.

59. **Determinación de la solidez a la luz.** Esta determinación es muy importante y sin embargo ningún método permite llegar a resultados perfectamente comparables, porque existen considerable número de agentes que influyen en la modificación del color acompañando a la acción de la luz, (variaciones de la intensidad de ésta, condiciones atmosféricas, etcetera). Se ha querido remediar esto buscando la intensidad constante que puede proporcionar una lámpara eléctrica, pero este medio deja mucho que

desear y sus resultados son bastante inferiores a los obtenidos por la exposición en pleno aire atmosférico.

Se recomienda se haga la exposición a la luz del tejido en análogas condiciones a las que ha de ser empleado cuando se use; así un tejido destinado a sombrilla o a lienzo para cubrir tiendas de campaña, por ejemplo, se expone directamente la muestra al aire y en pleno sol. Si debe servir la tela para recubrir muebles de habitación o tapices etc., se la expondrá detrás de la ventana y dentro de una habitación. Si se trata de tejidos que han de estar sujetos a la acción de atmósferas marinas, se someten en estas condiciones las muestras, como la tela de las banderas que enarbolan los barcos. Si se trata de telas para vestidos, por ejemplo, se fijan sobre un cartón cuadrados iguales de estas y si de hilos, se enrollan sobre un rectángulo de cartulina sin superponerlos; pero, en todo caso, es indispensable guardar un *testigo*, es decir, una muestra substraída a la acción de los agentes exteriores para poder comparar con la que se ensaya.

A veces se tapa la tela con un cartón, dejando a la acción de la luz una banda inferior y luego y por periodos iguales de tiempo se va deslizando el cartón que recubre, dejando mayor zona de muestra sujeta a la acción de la luz, y así pueden compararse las variaciones de matiz con relación al tiempo de exposición. La descoloración es más o menos rápida según la estación y las condiciones atmosféricas. Para los colores fugaces, el ensayo, es decir, la exposición, se terminará cuando adquiera la tela un color blanco sucio. Para los colores sólidos la exposición puede durar hasta un año entero.

P. Krais, propone (Zeit f. angew. Chem. t. 24 - 1911) expresar la solidez de las materias colorantes en *horas-descoloración,* es decir, determinando el tiempo necesario a su descoloración, en condiciones bien determinadas, aunque *K. Gerdhard* hace notar que no se puede fundar sobre esta medida una apariencia de la solidez a la luz de las materias colorantes, porque las radiaciones que descomponen los colorantes varían con la naturaleza de estos y critica el siguiente *método rápido para el ensayo de la solidez a la luz de las materias colorantes* (Zeit. f. angew. Chem. t. 26—1913) expuesto por *Brancroft*

Gerdhard, ha demostrado que la alteración de las materias colorantes a la luz resulta de una oxidación fotoquímica. Parece pues natural substituir a la acción de la luz la acción de un oxidante químico como la del agua oxigenada o el persulfato, a fin de que el ensayo resulte más rápido. Esto es lo que ha propuesto *M. D. Brancroft* al Congreso de Química aplicada

celebrado en Washington. Pero, es necesario no echar en olvido que gran número de reacciones no se verifican lo mismo bajo la acción de la luz que en la obscuridad, y este es el caso de la oxidación de materias colorantes. Así, el oxhidrilo del **m**-nitrofenol no reacciona más que en la obscuridad, mientras que el oxhidrilo del **o** y del **p**-nitrofenol reaccionan a la luz, análogamente puede decirse del azul de metileno y de su derivado **m**-nitrado el verde de metilo; este último, que es más fácilmente atacable por el cloruro de cal que el azul de metileno, es también el más estable a la luz.

El modo de oxidación puede, por otra parte, diferir según la naturaleza de la luz. Cuando se expone el verde malaquita a la acción de un rayo luminoso de pequeña longitud de onda, se produce sobre todo el carbinol correspondiente, en tanto que el ataque va, desde luego, sobre el grupo aminado bajo la influencia de un rayo de gran longitud de onda. No se puede establecer pues ningún paralelo entre la oxidación fotoquímica de las materias colorantes y su oxidación por los agentes químicos. La solidez de los colorantes a la luz debe pues determinarse por ensayo directo.

60. **Solidez al calor de los colores de las materias tintadas.** El calor representa un papel muy importante en el apresto de las fibras textiles: secado, planchado, compresión en caliente, deslustrado; todas estas operaciones se hacen por medio de un calor seco o húmedo.

Los cambios causados por el deslustrado con vapor (hecho frecuentemente bajo presión) son debidos generalmente a una destrucción del color, que entonces es imposible volver a su estado primitivo. Sin embargo, se puede frecuentemente aumentar el grado de solidez al deslustrado por medio de un tratamiento con cloratos o sales de cobre.

Los residuos de álcalis contenidos aun en los tejidos deslustrados causan muchas veces la destrucción del colorante, y por ello es conveniente hacerlos desaparecer cuidadosamente antes de la operación, siendo esto favorable también para conservar la mayor integridad al pelo de lana.

Las manchas de agua que se producen frecuentemente en el deslustrado son debidas al vapor demasiado húmedo. No hay muchos colorantes que puedan resistir la influencia del agua y vapor empleados al mismo tiempo, como sucede en el deslustrado húmedo.

Para averiguar la *solidez a la plancha,* se estira el tejido o hilado con una plancha bien caliente (130 a 140°) y se observa si después de enfriado y expuesto al aire por espacio de 15 minutos recobra el primitivo matiz. Muchos matices varían con el planchado y luego en frío recobran el primitivo color.

Para juzgar de la resistencia de un color al deslustrado húmedo, se ensayan varias madejitas de lana o de algodón tintadas con otras blancas trenzadas con ellas, semetiéndolas durante media hora al agua hirviendo. Ciertos colores no lo soportan bien sino cuando el agua está acidulada, por lo cual es necesario hacer esta operación con el agua acidulada con ácido acético.

Para saber como se comporta un color al deslustrado seco, se arrolla una muestra sobre un cilindro deslustrador y se la somete, durante media hora, a la acción del vapor seco. Los matices pálidos pueden, por este tratamiento, sufrir indirectamente un cambio, porque un deslustrado enérgico, puede amarillear el tejido, si es de lana. Esta coloración amarilla debe atribuirse a la alta temperatura a la cual ha sido sometido el pelo de lana por la acción del vapor. Se comprobará el efecto del calor, deslustrando al mismo tiempo un pedazo de tejido blanco.

Cuando el algodón teñido debe entrar en la máquina deslustradora, no ha de contener ni ácidos minerales ni ácidos orgánicos fuertes, so pena de producirse una debilitación de la fibra por el vaporado. Esta debilitación se presenta alguna vez en el algodón teñido a los colorantes sulfurados y tejidos con la lana, y después sometidos al deslustrado.

La solidez al *crespado* puede determinarse pasando muchas veces el tejido teñido en agua caliente y exprimiéndole cada vez entre dos cilindros, debiendo conservar durante estas operaciones, la uniformidad del matiz.

61 **Solidez al aprestado.** Algunos tejidos de lana son aprestados con mixturas que varían según fábrica; en unas es la gelatina, en otras la goma arábiga, la glicerina, etc., empleándose solos estos productos o mezclados; también se les añade sales higroscópicas, borax, etc. Las soluciones de apresto, sobre todo cuando son alcalinas, influyen en gran número de matices vivos y claros. Una tintura resistente al agua caliente convendría en casi todos los casos.

Muchos colores sobre seda deben poderse pasar por un cilindro calentado a vapor; o ser flameados por gas, sin sufrir cambio alguno. Los colores sólidos a la plancha llenan estas condiciones. La experiencia puede hacerse paseando cuatro o cinco veces una madeja de seda por la llama del gas o sobre un tubo de vapor. En cuanto al apresto propiamente dicho, es necesario tener en cuenta los productos que contiene; a parte de que el apresto no es aplicado frecuentemente más que por el revés del tejido, por ello su acción sobre el color es menos aparente.

62. **Solidez a la acción del aire y a la presión atmosférica.** Según las condiciones atmosféricas así influye el aire en los colores de las telas tintadas; humedad, calor, luz, presión, ozono, oxígeno, polvos minerales, etc. Las observaciones hechas sobre este particular en prados y en bosques han dado resultados variables con las diferentes estaciones del año. Por ejemplo, en primavera, es suficiente tres o cuatro días de exposición al aire para que un tejido de algodón teñido al índigo, se descolore notablemente, en tanto que un gris al campeche y hierro no muestra alteración.

Este resultado sería debido a la presencia del ozono en el aire, porque, en el verano, época del año en que la cantidad de ozono es casi nula, es todo lo contrario de lo observado; en catorce días de exposición el índigo ha sufrido poco, en tanto que el anterior gris queda fuertemente descolorado.

El polvo atmosférico, procedente de las calles o de las carreteras afecta también la solidez a la luz de los colores tintados. La indoína, por ejemplo, después de la exposición a la luz en un lugar cuya atmósfera esté limpia de polvo, se le reconoció como más solida a la luz que el índigo. Pero una camisa de carretero, teñida con indoína, se descolora rápidamente, lo que viene a comprobar lo dicho. La descoloración procede del polvo de las calles o caminos, porque las muestras tintadas en indoína y en índigo, y expuestas a la luz, mojadas de tiempo en tiempo con agua que lleve polvo de las calles, en seis días, el color producido por la indoína había desaparecido, en tanto que de índigo no había sufrido sensiblemente.

La *presión* también influye en la solidez del colorante. Se ha observado cambio de coloración, comprobado por el método espectrofotométrico, en *films* de colodión tintados con la cianina, el pinacromo y lepidinacianina, expuestos a la luz, durante cinco a siete minutos, en una cámara en que la presión era variable y oscilaba entre 12 y 754 mm. de mercurio.

Resulta de las anteriores experiencias, según *P. Lasareff* (Zeit, f. physikal. Chem. t. 78. pág. 57—1912) que el blanqueo y la descomposición del colorante son tanto más pronunciados cuanto más elevada es la presión del aire. Si se traza la curva que representa la velocidad de descomposición se comprueba que esta no pasa por el origen de las coordenadas, lo que hace suponer que el blanqueo se produce también en el vacío absoluto con una velocidad apreciable; las experiencias efectuadas en el vacío con la bomba de *Gaede* lo confirman.

63. **Solidez del color al agua del lavado y de lluvia.** La solidez al lavado de los colores fijados sobre los tejidos, es interesante para

el tintorero, particularmente cuando hayan de sufrir lavados y lejiados sucesivos, como ropa interior, pañuelos, calcetines, etc., no así para los tejidos seda, que al contrario nunca han de someterse a lavados repetidos, pues en estos cabe el tintado sin inconveniente con colorantes poco sólidos al lavado.

Un tejido mojado por la lluvia no debe perder su color, ni sangrar sobre el blanco. Los hilados de mezcla sometidos a la vaporización no deben tampoco sangrar aunque caigan sobre ellos gotas de agua de condensación. Los tejidos de confecciones para señoras y caballeros también deben resistir la acción del agua y del lavado.

En general, los ensayos para solidez al agua se hacen con agua destilada que es la de lluvia. Es preciso notar que el agua común que se emplea en lavados es calcárea, actuando en consecuencia de otro modo que el agua de lluvia, y las sales alcalinas que pudieran quedar en la mercancía pueden ser causa de más fuerte sangramiento. El que sangren débilmente los tejidos de lana puede atenuarse a veces por un tratamiento posterior a la tintura con tanino o también en el batanado al agua o en el *poting*, adicionando un poco de ácido.

Mientras quede en el tejido tintado ácido del baño de tintura, los colores ácidos soportan bien el lavado, pero, cuando el ácido ha sido completamente quitado o neutralizado, lo cual sucede rápidamente con las aguas muy calcáreas, gran número de estos colores entran en disolución y el matiz se modifica.

Los matices modas, obtenidos por mezclas de amarillo, rojo y azul, viran un poco al violado por la acción del lavado al agua. En la práctica, es necesario tener en cuenta que un débil sangramiento al agua puede producir en los colores modas muy perjudiciales cambios de matiz.

Para apreciar la solidez al agua, tela o hilo, se coloca en una cazuela de porcelana blanca, se la recubre de agua y se la abandona diez o doce horas, y después se observa si el agua se colorea o no. También se puede colocar la muestra en el agua y calentar hasta ebullición, después dejarla enfriar y entonces se examina el agua.

Para verificar la solidez a la lluvia, se rocía con agua la tela que se ensaya y se seca en seguida. Repetir muchas veces la operación y examinar si se forman manchas.

En estas diversas operaciones se puede prender con alfileres el tejido muestra sobre una tela blanca, o trenzar los hilos que se ensayan con hilos

blancos, para ver si el color de la muestra ensucia coloreando la tela o hilo blanco.

64. **Solidez al jabón, a los álcalis y al batán.** La resistencia del color al lavado con jabón de una tela tintada depende esencialmente de la clase de jabón empleado, mas como éste siempre contiene algo de álcali libre la determinación de su resistencia debe ir seguida de la apreciación de la resistencia a la acción de los álcalis. Si el color del tejido resiste bien a la influencia de una solución alcalina débil, puede decirse que es sólido al lavado con jabón.

Cuando se trate de hilos o tejidos de lana que hayan sufrido un engrasado para alguna operación, para el desengrase se emplean soluciones alcalinas más fuertes y entonces el color para ser sólido ha de resistir a la acción de estas, más concentradas que en el caso del lavado al jabón.

Para la solidez al lavado con jabón se emplea un litro de agua en el cual se disuelven 5 gramos de jábón y 2 de carbonato sódico. Se calienta hacia 50-70°, se lava y se fija la muestra sobre un pedazo de tejido blanco. Si el color resiste, se eleva la temperatura del baño hasta ebullición. Se lava al agua corriente, se seca y se compara con la muestra testigo.

Las influencias del lavado y del batán son, además de la acción disolvente de los componentes que entran para estas operaciones (jabón, álcalis, etcétera), la acción necesaria del frote de la que luego nos ocuparemos.

Los cambios que dichas influencias pueden hacer sufrir a la materia teñida son los siguientes: Variación del matiz, disminución de la intensidad de la tintura y sangramiento del color sobre el blanco lavado o batanado al mismo tiempo. Los cambios de matiz deben atribuirse sobre todo a la acción de los álcalis empleados. Cuando la intensidad de la tintura disminuye es debido o bien a que el colorante se desprende parcialmente de la fibra o a que la tintura se descolore, como sucede, por ejemplo, con los azules alcalinos. En este último caso aparece el primitivo color al acidular.

El sangramiento de la tintura sobre el blanco manifiéstase cuando parte de la materia colorante ha sido solamente depositada pero no fijada sobre la fibra y por lo tanto al frotar se corre sobre la fibra blanca.

En el primer caso se puede llegar a mejor resultado, modificando el modo de tintura o lavando a fondo la fibra teñida antes de someterla a las operaciones siguientes. Para evitar el inconveniente señalado en segundo lugar, es bueno no dejar la mercancía en el baño de batán más tiempo que el necesario para la operación. Sobre todo es preciso evitar dejar reposar la mercancía cuando está húmeda.

Es casi imposible dar, sobre la solidez al lavado y al batán, indicaciones concretas que convengan en todos los casos. En efecto, esta doble solidez no depende solamente del colorante; depende también del procedimiento empleado en la tintura, de la limpieza de la fibra, de la plenitud del matiz, etc., como ya hemos dicho. Por ejemplo, la solidez exigida para tejidos para camisas y para mantelerías es completamente distinta a la que requieren los hilos para medias; así como un colorante cuya solidez al batán es suficiente para tejidos de confección para señoras, no puede utilizarse en paños para trajes de caballeros.

Resulta, pues, (Actien) que si se tiene la intención de adoptar un nuevo colorante, es siempre bueno estudiar primeramente su resistencia al lavado al jabón y al batán, tintando una muestra y haciéndola pasar por todas las operaciones que comprende la fabricación. Aun cuando el colorante no satisfaga en el primer ensayo, es posible emplearlo muchas veces modificando un poco el procedimiento de tintura.

Para determinar la solidez al batán, se prepara una solución de jabón y de carbonato sódico en el agua, en la proporción de 10 gramos del primero y 2 del segundo. En esta solución calentada se sumerge la muestra enganchada con una tela blanca y se la frota vigorosamente entre las manos durante un cuarto de hora próximamente. Se lava al agua y seca. La solidez al batán debe ensayarse no solamente para los matices sobre lana si que también para los hilos de algodón que se han de emplear en las telas que han de abatanarse.

El ensayo al batán, en pequeño, no dá idea exacta de la solidez de los colores, porque las fibras están en contacto más íntimo cuando forman parte del tejido, que cuando están sueltas; y además, que el batanado a mano es bastante menos intenso que en grande a máquina. A pesar de ello, el ensayo da preciosas indicaciones particularmente cuando el resultado es desfavorable, pudiéndose admitir en dicho caso, que el color en cuestión no es utilizable para las mercancías que han de abatanarse.

Hay que advertir que en ciertas industrias como las de sombreros, el abatanado no se practica en baño alcalino, sino ácido al medio p8 de ácido sulfúrico, o a un tercio de volumen con ácido acético.

65. **Solidez al barro de las calles.** El barro obra al estilo de los álcalis y el polvo de las calles sobre los colores de las telas teñidas. La composición del barro varia mucho, naturalmente, y por consiguiente su poder alterador es muy diverso en cada caso. No hay que temer alteraciones

en los colorantes que resistan a la sosa, al amoníaco y al agua calcárea; sin embargo, hay muchos colorantes que aunque cambien de matiz bajo la acción de los reactivos precitados son de una solidez perfectamente suficiente al barro de las calles. Solo una larga experiencia del uso puede dar indicaciones precisas sobre este punto.

Para determinar esta clase de solidez recomienda *Serre* («La teinture du coton»). Se rocía el tejido con una solución de amoníaco al $^1/_{00}$ o mejor con una lechada de cal del $^1/_2$ a $^1/_{00}$. Se deja secar, se cepilla y se examina luego para ver si quedan manchas.

Para la lana *M. Gouillón* ha propuesto la siguiente combinación, que se mezcla antes de emplearla, consistiendo la prueba en sumergir la fibra teñida en esta especie de barro, dejarla secar y después lavarla:

Carbonato potásico. . . .	4 gramos
» amónico . . .	4 »
Cloruro alumínico. . . .	6 »
Sulfato férrico.	1 »
Sulfuro sódico.	1 »
Silicato de sodio líquido . .	10 »
Yeso finamente pulverizado. .	10 »
Agua: c. s. para	1 litro.

M. Hoffman, prepara una fórmula más sencilla y más fácil para ponerla en práctica, que se muele en conjunto:

Bicarbonato sódico. . . .	3 gramos
Sulfuro sódico.	2 »
Oxido férrico	1 »
Tierra de batán.	12 »

Se añaden 5 gramos de amoniaco, 1 litro de agua, se remueve enérgicamente para que resulte una mezcla homogénea, se mete la muestra, se seca, cepilla y lava.

66. **Solidez al secado.** Un matiz de una tintura sobre algodón se aclara generalmente al secado, en tanto que una tintura sobre lana se hace más obscura. A veces es necesario que el matiz, al salir del secador, difiere un poco de la muestra por razón de las modificaciones que el tinte sufre a su salida al aire.

En los colorantes sulfurados se produce, por otra parte, un cambio debido a la oxidación del colorante. Las tinturas del negro al azufre salen del baño con un matiz verde-negro que el secado hace virar al negro-azul; el tono del azul al azufre se aviva también tanto más cuanto el secado se hace más lentamente.

Es, pues, necesario servirse de esta operación para poder hacer bien la comparación de tinturas hechas hace días a las tinturas recientes, para los ensayos de solidez.

67. **Solidez a los ácidos, al remontado ácido, al carbonizado y al sudor, de los colores de las telas tintadas.** En los usos corrientes de los tejidos teñidos se encontrarán frecuentemente en contacto, de vez en cuando, con ácidos orgánicos, tales como el ácido cítrico, tártrico y acético (jugo de limón, fruta verde, vinagre, etc.) Deseable es, naturalmente, que no resulte de ese contacto ninguna mancha, es decir, ningún cambio en el matiz de la tintura. El ensayo practicado en la forma acostumbrada poniendo en contacto un tejido teñido con algún ácido mineral fuerte como ácido clorhidrico, sulfúrico o nítrico, tiene solamente valor para distinguir un colorante de otro por los cambios de coloración que se producen, pero dicho contacto no puede dar indicación ninguna sobre el valor práctico del colorante.

En la carbonización, los ácidos sulfúrico y clorhídrico empleados cambian frecuentemente el matiz, pero este cambio es de poca importancia si desaparece solo con lavar o al menos al neutralizar (desacidular) con sosa.

Cuando se remonta en baño ácido, los ácidos empleados, acético y sulfúrico principalmente, están tan diluídos que a penas pueden ejercer durante el remontado mismo, y todavía menos después de enjuagar, una acción análoga a la de los ácidos concentrados. Existen, pues, muchos colorantes suficientemente sólidos en este sentido, para que su tono no cambie en baño ácido hirviente, desgraciadamente el número de los que no sangran y producen manchas sobre el blanco, en dichas condiciones, es muy reducido.

La lana teñida y secada se impregna de una solución de ácido sulfúrico que marque 4° o 6° B. exprimida, secada a una temperatura entre 80° y 90° y después es neutralizada en una solución de carbonato sódico a 2° o 4° B. y lavada a fondo. Se observa el cambio de matiz y al mismo tiempo si mancha el blanco, si se ha trenzado previamente una madeja tintada con una blanca.

Cuando el tejido tintado ha de someterse al tratamiento de los cloruros

de magnesio o de aluminio, se mete un pedazo del mismo en una solución de estas sales que marquen 3° a 7° B. o más y se seca por lo menos a 110°. Se le examina después de frotado con tierra de batán y se enjuaga, a fin de que caiga la sal primitivamente absorbida.

Para las ropas de militares (Spetebroot) teñidas al azul de tina (índigo) se practica una prueba especial que varía según los países. En Francia y en Rumanía, se hace hervir la muestra un minuto en la solución de ácido sulfúrico al 10 %. El color no debe ni cambiar, ni manchar el blanco.

Para el algodón en hilo teñido, se trenza con madeja de hilo blanco y se le somete a ebullición, durante una hora, en un baño que contenga 1 a 2 grs. de ácido sulfurico a 60° B. y 3 a 6 grs. de sulfato sodico por litro. La acidez del baño de ensayo debe corresponder al baño ácido empleado en la tintura de la lana. En la práctica dichas proporciones de ácido y sal varian. Durante la prueba no debe teñirse la lana a expensas del algodón, ni este variar la intensidad de su coloración.

Si la seda teñida debe solamente poder soportar un baño de avivado es necesario que el color sea insensible al agua tibia o caliente, débilmente acidulada: 1 cm^3 de ácido sulfúrico concentrado por litro de agua. Si debe resistir a la tintura en baño ácido, se le mantiene a ebullición durante 30 a 60 minutos en la solución del ácido a la misma concentración que la del baño de tintura.

Los cambios que sufren las tinturas a causa del sudor, cosa interesante para artículos de bonetería, deben atribuirse en primer lugar a la influencia de los ácidos orgánicos débiles que contiene, pero como al mismo tiempo ejerce acciones secundarias sobre el uso del artículo teñido podría dar una idea exacta de la solidez a la transpiración que posea el colorante empleado. El color no debe variar de matiz, no debe sangrar sobre lo ropa blanca secada conjuntamente ni ensuciarla.

Para determinar la solidez al sudor, se sumerge la tela que se ensaya en el ácido acético diluído $^{10}/_{100}$. Se exprime, seca y compara con la muestra testigo.

Se puede también trenzar la muestra con la de lana o de algodón blancos, y sumergirlas algunas horas en el ácido acético diluído, examinando si el color se ha escurrido al blanco.

Para adquirir idea clara de la solidez al sudor, se hace llevar las muestras cuatro o seis días sobre el pecho o bajo las axilas, por personas que transpiren abundantemente.

Otro medio utilizado en la boneteria es sumergir la muestra tintada en el siguiente reactivo, cuya composición se aproxima al del sudor:

Acido acético a 7° B. . . .	1 gramo
Acido láctico industrial . . .	0'7 »
Cloruro sódico	1 »
Agua	100 cm^3

Después de secada la muestra se la compara con la de color primitivo (muestra testigo). Se ha de tener también en cuenta el color del líquido.

68. **Solidez de los colores de las telas tintadas a la acción de los descolorantes ordinariamente empleados.** La acción del oxígeno y ozono va anteriormente estudiada, solo nos ocuparemos de las materias que obran por su cloro o por el ácido sulfuroso.

La solidez de una tela tintada al cloro debe exigirse cuando esta pueda estar sometida después a lavados con los hipocloritos, tales son, por ejemplo, los pañuelos moqueros y diferentes telas de algodón. Por otra parte, el clorado o clorurado desempeña un gran papel en el estampado de telas. Es pues importante que los hilos destinados al tejido en color resistan al cloro, desgraciadamente poco son los colorantes sólidos al cloro; los colorantes sulfurados cuya resistencia a los otros reactivos es tan grande, son casi todos destruídos por los hipocloritos.

Para ensayar la solidez al cloro, se sumerge la muestra durante una hora en una solución de cloruro de cal a 2 décimas de grado B. Se lava, pasa en ácido sulfúrico a 7 décimos de grado B., lava y seca. Se compara en seguida con la muestra testigo.

La solidez de las materias colorantes al ácido sulfuroso o al azufre, es de gran interés el conocerla, cuando por ejemplo se trate de teñir hilos de lana destinados a ser blanqueados. La seda es bastante frecuentemente sometida a la operación del azufrado. Las safraninas, las indulinas y las rodaminas, no son descoloradas por el gas sulfuroso.

La solidez al ácido sulfuroso se determina suspendiendo una muestra en una caja al fondo de la cual se quema azufre durante ocho a doce horas.

Un procedimiento sencillo consiste en sumergir las muestras en un baño de bisulfito a 6° B. adicionado de 7 cm^3 de ácido clorhídrico por litro y suspender en seguida cada una de ellas, sin escurrirlas, en un frasco de boca ancha que se tapa con la tela. Se examina a las dos horas.

Para la solidez al agua oxigenada, se deja la muestra durante dos horas en un baño compuesto de 5 partes de agua y 1 parte de agua oxigenada a 12 volúmenes. Se añade a la mezcla unas gotas de amoníaco. Se lava y seca.

69. **Solidez a las acciones mecánicas.** Las principales acciones mecánicas que se hacen sufrir a los tejidos tintados son el frote, como por ejemplo en el abatanado, en telas para trajes y para tapizar muebles, y los lavados de ropas de vestir blanca y de color.

El que destiñan por estas acciones no depende solamente del colorante empleado; la limpieza de la fibra que se tiñe desempeña aquí un papel muy importante, lo mismo que en muchos casos la dureza del agua, el modo de tintura, el tratamiento posterior, etc. Cuando haya quejas respecto a la mala solidez, al frote, son estos los puntos que deben ser examinados en primer lugar.

Los tejidos de lana vuélvense muchas veces completamente resistentes al frote por medio del abatanado, cuyos ingredientes empleados en él eliminan toda la materia colorante que no se ha fijado.

Los géneros media lana cuya urdimbre de algodón está remontado con colorantes básicos, vuélvense mas sólidos al frote por medio de un lavado con cáscara de Quilaya (Actien) o con cola. Un débil lavado después del tratamiento con tanino produce el mismo efecto.

Del sangramiento de las tinturas en estado húmedo, que en el batán y en el lavado ensucian el blanco tejido juntamente, ya hemos dicho algo al tratar de la solidez al batán.

Para determinar la solidez al frotamiento, se frota rigurosamente la muestra teñida sobre un tejido de algodón o de lino blanqueado y sin apresto (un pañuelo blanco, por ejemplo). El blanco no debe ensuciarse.

70. **Solidez al almacenado.** (*Meister Lucius,* Farber Zeit, 1913). Ciertos tejidos después de un almacenado de seis meses, presentan partes alteradas, mientras que otros sometimos al mismo tratamiento no son afectados. Estas acciones no pueden ser atribuídas a la acción de los polvos ni gases deletéreos ni a la influencia de una temperatura demasiado elevada producida por su desecación; la acción no le puede acusar de ello tampoco. Estos defectos son muy irregulares y se presentan muy particularmente sobre los bordes y el modo como se produce la descoloración demuestra una acción exterior. Se observan más frecuentemente en invierno, cuando los

tejidos pueden encontrarse en contacto con el gas que procede de las lámparas de arco o de las de incandescencia.

La causa de esta alteración debe ser, pues, los compuestos oxigenados de nitrógeno y el ácido nitroso que se forman por la acción del arco eléctrico o de las lámparas de incandescencia sobre el aire; este ácido nitroso reaccionaría sobre los grupos aminos de la materia colorante fijada sobre la fibra. La presencia de este ácido nitroso no ha podido ser descubierta directamente. Las partes alteradas contienen dos veces mas ácido sulfúrico que las partes no alteradas, y, si a estas últimas se le añade una proporción correspondiente de ácido sulfúrico, ellas se comportan de la misma manera frente a los gases que se desprenden de una lámpara de incandescencia. Las distintas resistencias de los diversos tejidos se explican pues por la diferencia de sus tasas en ácido sulfúrico.

El estudio de las resistencias de las diversas materias colorantes al ácido nítrico ha demostrado que los colores a base de resorcina y los colores a mordiente de cromo son poco o nada alterados. Los colorantes directos, los colores básicos, ácidos y azoicos, son fácilmente atacados. Las materias colorantes que son más empleadas en razón a su solidez a la luz, al lavado y a los sudores son precisamente las que con más facilidad ataca el ácido nitroso. No es dudoso que la alteración sea debida en este caso a la diazoación de los grupos aminados libres o a la introducción de un grupo nitroso, *NO*, en la molécula de la materia colorante.

Será, pues, conveniente dejar en estos tejidos una cantidad tan débil como sea posible de ácido libre, con el fin de evitar esta acción perjudicial del ácido nitroso.

Además de la causa ya señalada como influyente en la alteración del color de los tejidos almacenados, puede contarse también la acción del oxígeno del aire; con los colorantes sulfurados, sobre todo, se produce una oxidación complementaria que dá a los tintes negros y azules, un reflejo más azulado y por consecuencia más vivo.

71. **Conservación de los colorantes.** El almacén donde se depositan las materias colorantes debe establecerse, en cuanto posible sea, en lugar fresco y seco; en un cuarto cerrado, donde los rayos del sol no penetren directamente y en donde no existan conductos por donde circule vapor o agua.

Para evitar que los polvos de un colorante no ensucien los otros e impedir que estos absorban la humedad del aire, es necesario colocar las mate-

rias colorantes en barriles o cajas cerradas por medio de cubiertas que tapen bien.

La absorción del agua y también la del anhídrido carbónico que el aire contiene, no obra desfavorablemente sobre algunos colorantes como la fucsina S., el violeta rojo S. y algunos otros, y aun no siendo su acción sostenida durante mucho tiempo, pero en otros si que ocasiona transformaciones como sucede al violeta de metilo, en el que produce empastamiento y lo hace menos soluble.

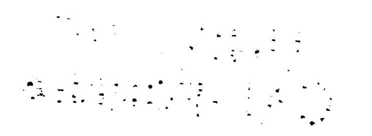
Ciertas materias colorantes, especialmente los colorantes ácidos, pueden fácilmente, por su abandono al aire, absorber hasta el décimo de su peso de humedad sin que ello produzca un cambio de aspecto en el colorante, pero, ya se comprende que en estos casos los rendimientos de estos productos no pueden calcularse exactamente.

Los colorantes en pasta deberán, antes de ser colocados en el peso, agitarse con cuidado, porque algunos pueden formar depósitos por el reposo, y otros, por el contrario, se desecan en su superficie, y en ambos casos la concentración del colorante se altera.

Es recomendable cubrir los barriles de colorantes en pasta, desde luego con una capa de algodón basto poniendo por encima la tapadera. También será bueno después de haber sacado una cierta cantidad de producto, desprender de los bordes libres del barril la pasta que ha podido quedar allí adherida, y hacerla caer dentro del recipiente para mezclarla con la restante.

Las pesadas de las materias tintóreas deben hacerse en el local mismo o bien en departamento contiguo al depósito de colorantes, bien entendido que esta operación debe confiarse a un obrero serio y práctico.

Por todos los medios posibles, es necesario evitar que los polvos de los colorantes se introduzcan en el taller de tintorería, la sala de aprestos y también en el departamento donde se depositan las materias destinadas a ser teñidas.



INDICE

CAPITULO PRIMERO

Luz y color

CAPITULO SEGUNDO

Del contraste y de la armonía de los colores

CAPITULO TERCERO

Solidez a los colores

DEL MISMO AUTOR

Higiene y Educación del Niño

Consejos a las madres de familia para la mejor dirección del niño bajo el punto de vista de su higiene física, educación moral y estética.

Prólogo del Dr. Tolosa Latour

Secretario del Consejo Superior de Protección a la infancia.

Un tomo en 8.° prolongado de 280 páginas, ilustrado con 42 fotograbados de Laporta, intercalados en el texto: 3 pesetas.—Librería de Victoriano Suárez—Madrid.

PROYECTO *de creación en el Círculo Católico de Obreros de Alcoy, de una sección de seguros contra accidentes personales del trabajo.*

Imprenta de Camilo Vilaplana—Alcoy.

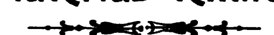
Sociedades Cooperativas

MEMORIA LAUREADA

Con un proyecto de Reglamento para una «Cooperativa de Consumo» fundada bajo el protectorado de un Círculo Católico de Obreros.

Folleto de 90 páginas: 0'50 pesetas.—Imprenta de «El Serpis»—Alcoy.

Materias textiles



Amianto, Algodón, Cáñamo, Ramio, Lino, Esparto, Formio tenaz, Abacá, Pita, Pelos animales, Sedas, etc.

Primeras lecciones de Tecnología textil

Obra útil para los Ingenieros industriales, Peritos manufactureros y Fabricantes de tejidos; pudiendo servir de texto en las Escuelas superiores de industrias.

Obra en 4.° de 264 páginas, ilustrada con 71 fotograbados de Laporta, intercalados en el texto: Precio en rústica 7 pesetas—Año 1904—Rovira y Chiqués, editores, Bailén, 147—Barcelona.

TESIS DEL DOCTORADO

La Crioscopia

Sus fundamentos y aplicaciones: Su valor actual en la clínica para el diagnóstico y pronóstico de ciertos estados morbosos.

Folleto en 4.° prolongado de 110 páginas con un fotograbado.—Año 1909.


383128
QC495
M5
Mird
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

